

DIALOG(R)File 352:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013929795 ****Image available****

WPI Acc No: 2001-414009/200144

XRPX Acc No: N01-306451

**Liquid crystal display device has opening at four corners of display area
surrounded by sealant, which is sealed by the sealant**

Patent Assignee: HITACHI LTD (HITA)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2001133795	A	20010518	JP 99311941	A	19991102	200144 B

Priority Applications (No Type Date): JP 99311941 A 19991102

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2001133795	A		15 G02F-001/1339	

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

06906270 ****Image available****

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND METHOD OF PRODUCING THE SAME

PUB. NO.: 2001-133795 [JP 2001133795 A]

PUBLISHED: May 18, 2001 (20010518).

INVENTOR(s): OKISHIRO KENJI

TOMIOKA YASUSHI

ARAYA KOTARO

APPLICANT(s): HITACHI LTD

APPL. NO.: 11-311941 [JP 99311941]

FILED: November 02, 1999 (19991102)

INTL CLASS: G02F-001/1339; G02F-001/1337

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To avoid a display failure caused by residual bubbles in the liquid crystal layer of a liquid display device.

SOLUTION: The liquid crystal display device having the liquid crystal layer between a pair of substrates is constituted in such a manner that a sealing agent to surround the display region is arranged, the region surrounded by this sealing agent has openings formed in the four corners of the region and that another sealing agent to seal the opening is applied. The following processes can be carried out in this constitution: a liquid crystal is dropped in one place of the display region of one substrate, the other substrate is stacked, the liquid crystal leaking from the openings is wiped off, and then the openings can be sealed with the sealing agent.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-133795

(P 2 0 0 1 - 1 3 3 7 9 5 A)

(43) 公開日 平成13年5月18日 (2001.5.18)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I		テマコード (参考)
G02F 1/1339	505	G02F 1/1339	505	2H089
1/1337		1/1337		2H090

審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全15頁)

(21) 出願番号 特願平11-311941

(22) 出願日 平成11年11月2日 (1999.11.2)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 沖代 賢次

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 富岡 安

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

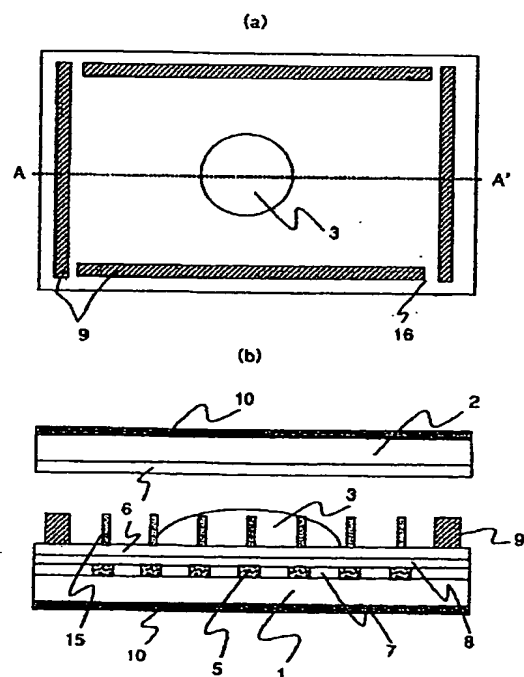
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶表示装置内の液晶層の残存気泡が原因の表示不良を解決する。

【解決手段】 一对の基板間に液晶層を有する液晶表示装置が、表示領域を囲うシール剤を配置し、このシール剤により囲まれた領域の四隅に開口部を有し、またこの開口部を封止する封止剤を有する構成とする。この構成により、基板の表示領域一箇所に液晶を滴下し、基板を重ね合わせ、開口部から漏れた液晶を拭き取り、封止剤により開口部を封止することができる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一对の基板と、

前記一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、

前記一对の基板上にそれぞれ形成された配向膜と、

前記一对の基板間に挟持された液晶層とを有する液晶表示装置において、

前記一方の基板上の電極群により形成された表示領域を囲うシール剤と、

前記シール剤により囲まれた領域の四隅に設けられた開口部と、

前記各開口部を封止する封止剤とを有する液晶表示装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の液晶表示装置において、

前記液晶層の液晶配向がホモジニアス配向であり、

前記液晶配向方向が前記基板の短軸及び長軸に非平行である液晶表示装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の液晶表示装置において、

前記開口部は、前記液晶配向方向にほぼ沿った方向にある対角一对の開口部の大きさともう一对の開口部の大きさが異なるものである液晶表示装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の液晶表示装置において、

前記開口部は、前記液晶配向方向にほぼ沿った方向にある対角一对の開口部の大きさがもう一对の開口部の大きさに比して小さいものである液晶表示装置。

【請求項 5】 一对の基板と、

前記一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、

前記一对の基板上に形成される配向膜と、

前記一对の基板間に挟持された液晶層と、

前記一对の基板の一方の基板上において形成された表示領域を囲うシール剤とを有する液晶表示装置において、前記液晶配向方向が前記基板の短軸及び長軸に非平行であり、

前記表示領域の四隅のうち液晶配向方向にほぼ直交する方向にある対角一对の二隅のみに設けられた開口部と、前記各開口部を封止する封止剤とを有する液晶表示装置。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の液晶表示装置において、

液晶配向方向がホモジニアスであり、

前記液晶配向方向が前記基板の短軸又は長軸に平行である液晶表示装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の液晶表示装置において、前記各領域における前記各開口部の大きさが等しい液晶表示装置。

【請求項 8】 一对の基板と、

前記一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、

前記一对の基板上に形成される配向膜と、

前記一对の基板間に挟持された液晶層と、

表示領域を囲うシール剤と、

前記シール剤により囲まれた領域に設けられた開口部とを有する液晶表示装置において、

液晶配向方向がホモジニアスであり、

前記液晶配向方向が前記基板の短軸又は長軸に平行であり、

前記領域における液晶配向方向と直交する辺の一方の中央部に形成される 1 つの開口部と、

その対向する辺の両端部に開口部と、

前記各開口部を封止する封止剤と、を有する液晶表示装置。

【請求項 9】 請求項 1 から 8 のいずれかに記載の液晶表示装置において、

前記配向膜が光配向膜である液晶表示装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載の液晶表示装置において、

前記光配向膜がベンゾフェノン基を含むポリイミド、またはポリアミック酸からなる液晶表示装置。

【請求項 11】 請求項 1 から 8 のいずれかに記載の液晶表示装置において、

前記シール剤の表示領域側に配置された枠状スペーサと、

前記枠状スペーサが前記シール剤の塗布パターン上に形成され前記開口部にあわせて開口部の設けられた液晶表示装置。

【請求項 12】 一对の基板と、

前記一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、

前記一对の基板上に形成される配向膜と、

30 前記一对の基板間に挟持された液晶層と、

前記一对の基板の一方の基板上の電極群により形成された表示領域を囲うシール剤と、

前記表示領域を二以上の領域に分割する壁状スペーサと、

前記シール剤と前記壁状スペーサにより囲まれた各領域の四隅全てに設けられた開口部と、

前記各開口部を封止する封止剤と、を有する液晶表示装置。

40 【請求項 13】 請求項 12 に記載の液晶表示装置において、

前記壁状スペーサが前記シール剤により囲まれた領域を突き抜ける液晶表示装置。

【請求項 14】 請求項 12 又は 13 に記載の液晶表示装置において、

液晶配向がホモジニアス配向であり、

前記液晶配向方向が前記基板の短軸及び長軸に非平行である液晶表示装置。

【請求項 15】 請求項 14 に記載の液晶表示装置において、

50 前記液晶配向方向にほぼ沿った方向のある対角一对の開

口部の大きさがもう一对の開口部の大きさに比して小さい液晶表示装置。

【請求項 16】 一对の基板と、

前記一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、

前記一对の基板上に形成される配向膜と、

前記一对の基板間に挟持された液晶層と、

前記一方の基板上の電極群により形成された表示領域を囲うシール剤とを有する液晶表示装置において、

前記表示領域を二以上の領域に分割する壁状スペーサを有し、

前記液晶層の液晶配向がホモジニアス配向であり、

前記液晶配向方向が前記基板の短軸及び長軸に非平行であり、

前記シール剤と前記壁状スペーサにより囲まれた各領域において、前記液晶配向方向にほぼ直交する方向にある対角一对の二隅にのみ設けられた開口部と、

前記各開口部を封止する封止剤とを有する液晶表示装置。

【請求項 17】 請求項 16 に記載の液晶表示装置において、

前記壁状スペーサが前記シール剤により囲まれた領域を突き抜ける液晶表示装置。

【請求項 18】 請求項 12 又は 13 における液晶表示装置において、

液晶配向がホモジニアス配向であり、

前記液晶配向方向が前記基板の短軸又は長軸に平行である液晶表示装置。

【請求項 19】 請求項 18 に記載の液晶表示装置において、

前記開口部の大きさがすべて等しい液晶表示装置。

【請求項 20】 少なくとも一方が透明である一对の基板と、

前記一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、

前記一对の基板上に形成される配向膜と、

前記一对の基板間に挟持された液晶層と、

前記一方の基板上の電極群により形成された表示領域を囲むシール剤とを有する液晶表示装置において、

前記表示領域を 2 以上の領域に分割する壁状スペーサを有し、

液晶配向がホモジニアス配向であり、

前記液晶配向方向が前記基板の短軸及び長軸に平行であり、

前記シール剤と前記壁状スペーサにより囲まれた各領域において、液晶配向方向と直交する辺の一方の中央部に形成される 1 つの開口部と、その対向する辺の両端部に設けられた開口部と、

前記各開口部を封止する封止剤と、を有する液晶表示装置。

【請求項 21】 請求項 20 に記載の液晶表示装置において、

前記壁状スペーサが前記シール剤により囲まれた領域を突き抜ける液晶表示装置。

【請求項 22】 請求項 1 から 21 のいずれかに記載の液晶表示装置において、

ブラックマトリクス上に配置された柱状スペーサを有する液晶表示装置。

【請求項 23】 請求項 12 から 21 のいずれかに記載の液晶表示装置において、

前記配向膜が光配向膜である液晶表示装置。

【請求項 24】 請求項 23 に記載の液晶表示装置において、

前記光配向膜がベンゾフェノン基を含むポリイミド、またはポリアミク酸からなる液晶表示装置。

【請求項 25】 請求項 12 から 21 のいずれかに記載の液晶表示装置において、

前記第二のスペーサである壁状スペーサが山型である液晶表示装置。

【請求項 26】 請求項 1 から 21 のいずれかに記載の液晶表示装置において、

前記シール剤の内側、かつ、表示領域を全体として囲むように配置された枠状スペーサと、

前記枠状スペーサが前記シール剤の塗布パターン状に形成され前記開口部にあわせて開口部の設けられた液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶表示装置及びその製造方法に係り、特に液晶封入工程の時間を短縮および残存気泡を減少した液晶表示装置及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の液晶表示装置の概要を図 15 に示す。

【0003】 この液晶表示装置は所定の間隔をあけて配置とした 2 枚のガラス基板 1、2 の間に液晶 3 を挟持する構成となっている。液晶層を挟む 2 枚のガラス基板 1、2 の表面には液晶分子を一方向に配向させるため、配向処理が施されている。この配向処理はガラス基板 1、2 上にポリイミド等の配向膜 6 を塗布焼成した後、配向膜表面を布等でこする方法（ラビング法）によって行われる。2 枚のガラス基板間には液晶層の厚さを一定に制御するため、通常シリカやポリマー等のビーズと呼ばれる真球（以下「スペーサビーズ」という）を用いており、配向処理の施されたガラス基板上の表示領域内にランダムに散布されている。液晶表示装置はこれら 2 枚のガラス基板を重ね合わせ、基板周縁部をシール剤 9 等で接着固定した後、液晶 3 を基板間に封入し、作成される。

【0004】なお、液晶層の厚みを精度良く保持するため基板周辺部のシール剤9にもスペーサビーズ4を混ぜ込む等工夫がされている。

【0005】液晶表示装置内への液晶注入方法としては、一般に真空封入法が用いられている。

【0006】真空封入法は、液晶表示装置内部を減圧し、外気圧との圧力差を利用して液晶表示装置内に液晶を注入する方法である。概略を図16に示しながら説明する。まず、チャンパー11内に、注入口12を設けた液晶表示用セル13と液晶3の入った液晶皿14を入れ、チャンパー11内を真空に引く。そしてチャンパー11内及び液晶表示用セル13の内部は真空状態となり、その状態で注入口12を液晶皿14に接触させ、チャンパー11内を徐々に大気圧に戻す。この時液晶表示用セル13の内部とチャンパー内の間には気圧差が生じ、液晶3は液晶表示用セル13の内部に浸透していくという訳である。そして液晶表示用セル13の内部が液晶3により完全に満たされた後、注入口を封止剤（光硬化樹脂）で封止することで、液晶を注入することができるというものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前述のように真空封入法は、チャンパー内と液晶パネル内部との圧力差を利用して液晶を注入する。

【0008】しかし、真空引きが不十分な場合には液晶表示装置の表示領域に気泡が残存し、この残存気泡が表示不良を引き起こし、生産性に大きな影響を与える。

【0009】更に、真空装置を用いるためコスト的にも大きな課題を抱えている。

【0010】また、液晶封入工程は液晶表示装置の大きさ、ガラス基板間のギャップ（液晶層の厚み）、液晶粘度、それぞれの条件に大きく依存するが、液晶表示装置の製造工程の中において非常に時間のかかる工程となっている。

【0011】それに加え、真空封入法は、液晶表示装置の大型化や液晶の高速応答化に対して効率よく対処することができないという問題もある。

【0012】例えば、大画面化（表示領域の拡大）は液晶表示装置中の気泡が残存する確率を高くし、表示不良による生産性の低下を引き起こすことになる。また、液晶表示装置の大型化に伴いチャンパーの大型化も求められるため、真空引きに要する時間は更に長時間化し、製造コストも高くなる。

【0013】一方、液晶の高速応答化を解決するための1つの手段としてガラス基板間のギャップ（液晶層の厚み）を狭くすること（狭ギャップ化）が提案されているが、真空封入法ではこの狭ギャップ化により脱気及び液晶の浸透、充填にさらに長時間を要することになる。

【0014】よって従来の真空封入法による液晶注入法は、液晶表示装置の大型化や狭ギャップ化に伴い、生産

性の低下や、製造時間の長時間化を解決しきれず、液晶表示装置の製造にとって非常に大きな問題を抱えている。

【0015】そこで、上述の真空液晶封入法の課題を解決すべくいくつかの液晶注入法が提案されている。

【0016】例として以下に3つの液晶封入法をあげ、各方法について特徴を述べることにする。

【0017】特願平9-347893号においては注入治具を液晶表示パネル本体に取り付け、液晶表示パネル内部のみを減圧し、その後該注入治具を通して液晶を注入する方法が提案されている。

【0018】この方法は、従来の真空封入法に比べ液晶封入工程に要する時間の短縮化を図ることができるという利点があるが、将来における大画面化、狭ギャップ化を視野に入れると残存気泡、製造時間、製造コストにまだ改善の余地がある。

【0019】また、特開平8-262461号公報においては液晶表示装置の対角線上に位置する2つの隅部に脱気口と注入口を設け、脱気口より真空吸引し、注入口より圧力を加えて液晶表示装置内に液晶を注入する方法が示されている。この方法では真空チャンパーを必要としない利点があるが、封入時間等の問題により液晶表示装置量産化の封入法としては未だ確立されていない。

【0020】さらに、上記真空封入法以外の方法として重ね合わせ法があり、特開平6-194615号公報においてこの方法による液晶封入法が記載されている。この方法ではどちらか一方のガラス基板上に液晶を滴下し、対向基板を重ね合わせた後、これら一対のガラス基板をシール剤等の接着剤で接着固定することで液晶を封入する方法である。この方法について詳しく説明すると、2枚のガラス基板いずれか一方の基板周縁部に沿う部分に枠状スペーサを形成し、更にこの枠状スペーサの外側にシール剤を塗布する。

【0021】そしていずれか一方の基板上に液晶を滴下した後、これら2つの基板を重ね合わせ、シール剤を硬化させて両基板を接着固定し、液晶を封じ込める。しかし、この方法では基板を重ね合わせて加圧していく過程で気泡の抜け出し口（脱気口）がなく、このためパネル内に気泡が残存することになる。

【0022】また、この方法では適量の液晶を滴下しなければならず、液晶滴下量について高い精度が求められる。適量以上の液晶を滴下した場合、液晶表示装置形成時に余分な液晶が基板の全周縁部分から液晶パネルの外側に漏れ出し液晶パネル表面や製造ライン治具を汚染する場合がある。

【0023】そこで本発明の目的は液晶層内に残存する気泡が少なく、生産性の高い液晶表示装置を提供することにある。

【0024】また、さらに本発明の他の目的は液晶封入時に液晶表示装置内に残存する気泡を少なくし、液晶封

入時間を短縮する液晶表示装置を提供することにもある。

【0025】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の特徴は一对の基板と、この一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、この一对の基板上にそれぞれ形成される配向膜と、一对の基板間に挟持された液晶層とを有する液晶表示装置を、一方の基板上の電極群により形成された表示領域を囲うシール剤と、シール剤により囲まれた領域の四隅に設けられた開口部と、各開口部を封止する封止剤とを有する構成とする。なお、上記四隅とは残存気泡を抜くことを目的とした実質的な四隅を意味しており、シール剤で囲まれた領域の角の頂点を厳密に指しているわけではない。四隅とは、角の頂点を含まない領域をも含む。この構成により、基板の表示領域一箇所に液晶を滴下し、基板を重ね合わせ、開口部から漏れ出た液晶を拭き取り、封止剤により各開口部を封止することができる。よって液晶封入工程と液晶表示装置の組立工程を同時に、効率よく行うことが可能になる。

【0026】また、本発明の他の特徴として、液晶表示装置が一对の基板と、この一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、この一对の基板上に形成される配向膜と、この一对の基板間に挟持された液晶層と、この一对の基板の一方の基板上の電極群により形成された表示領域を囲うシール剤と、表示領域を二以上の領域に分割する壁状スペーサと、シール剤と前記壁状スペーサにより囲まれた各領域の四隅全てに設けられた開口部と、各開口部を封止する封止剤と、を有する構成とする。この構成により、液晶封入工程と液晶表示装置の組立工程を同時に行うだけでなく、表示領域を分割し、液晶封入工程を並列化することにより液晶封入時間の短縮を図ることが可能となる。

【0027】また、本発明のさらに他の特徴として、第1の発明及び第2の構成に加えて、手段1又は手段2における構成に加え、この液晶配向をホモジニアス配向とし、液晶配向方向を前記基板の短軸及び長軸に非平行とし、液晶配向方向にほぼ沿った方向のある対角一对の開口部の大きさをもう一对の開口部の大きさに比して小さくするという構成をとる。この構成によって、液晶封入工程と液晶表示装置の組立工程を同時に行うだけでなく、四隅に設けられた各開口部より排出される液晶又は排気量を調節し液晶が四隅に到達する時間を調節することができ、封入工程の最適化を図ることが可能となる。

【0028】さらに、本発明のさらに他の特徴として、少なくとも一方が透明である一对の基板と、この一对の基板の少なくとも一方の基板に形成された電極群と、この一对の基板上に形成される配向膜と、この一对の基板間に挟持された液晶層と、前記一方の基板上の電極群に

より形成された表示領域を囲むシール剤とを有する液晶表示装置が、液晶配向をホモジニアス配向として、液晶配向方向が基板の短軸及び長軸に平行であり、領域における液晶配向方向と直交する辺の一方の中央部に形成される1つの開口部と、その対向する辺の両端部に設けられた開口部と、各開口部を封止する封止剤とを有する。この構成により液晶封入工程と液晶表示装置の組立工程を同時に行うだけでなく、複数の電場方向を有する横電界駆動方式の液晶表示装置における液晶封入時間を短縮化することが可能となる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下に本発明についての実施例を図を用いて具体的に説明するが、当然に本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0030】【実施例1】本実施例で用いた液晶表示パネルを図1に示す。

【0031】本実施例で用いる液晶表示パネルはサイズが270mm(基板長軸)×200mm(基板短軸)、厚みが1.1mmであり、表面を研磨した透明なガラス基板を用いて組み立てられる。表示部は対角で10.4インチサイズである。

【0032】尚、図17に表示マトリクス部の等価回路とその周辺回路を示すが、図1においては電極類を省略してある。

【0033】本実施例での液晶表示装置はTN駆動モードで、画素電極及び対向電極は透明電極(ITO)である。ガラス基板2上には図17に示すように、映像信号21、走査信号線22がマトリクス状に形成され、各画素内には薄膜トランジスタ(TFT)26及び当該薄膜トランジスタ26と接続される画素電極27が配置されている。そしてこれらの電極類が形成された基板上には液晶を配向させるための配向膜6を形成している。尚、本実施例では、配向膜としてはポリイミドを用いている。基板上にポリイミドを印刷機で塗布した後、200℃で30分間焼成し、ラビング機(FS-55R、フジオカ製)においてレーヨン性パフ布を用いてラビング処理を行う。配向膜の厚さは1000Å程度である。

【0034】ガラス基板1上にはストライプ状の3色RGBカラーフィルタ7とブラックマトリクス5を備え、その上に平坦化するためのオーバーコート樹脂(エポキシ樹脂)8が形成されている。

【0035】さらにオーバーコート樹脂8上に図17に示す対向電極28が形成されており、対向電圧信号線と一体になっている。

【0036】次に、対向電極28の形成されたガラス基板2上に液晶を配向させるための配向膜6をガラス基板1上に形成した方法と同様の方法で形成した。

【0037】さらにガラス基板1において、画素領域から外れた部分、すなわち遮光部ブラックマトリクス上に柱状のスペーサ15を形成した(図1(a)ではブラッ

クマドリクス、カラーフィルタ、柱状スペーサは省略してある)。ラビングの方向は、両基板を合わせたとき同一方向になるように設定している。本実施例では柱状スペーサ15を四角柱(図9(c))としたが、図9

(a)から(g)に示したような円柱や楕円柱、四角錐、半球、楕円半球等といった形状でもよい。また、ガラス基板間のギャップ(液晶層厚み)は $5.5\mu\text{m}$ とした。そしてガラス基板1の表示領域周縁部にシール剤9(光硬化樹脂)を図1(a)に示すように塗布し、脱気口16の大きさを 10mm とした。そして基板1の表示領域内1箇所

に液晶3を滴下し、基板2と重ね合わせ加圧した。

【0038】尚、実験の結果、表示領域内で2箇所以上に液晶を滴下した場合、それらの境界線付近に気泡が残留することが分かった。そこで本発明では1つの表示領域に対して1箇所にのみ液晶を滴下する方法を実施すると境界線付近での気泡が少なくできることが分かった。

【0039】そして、液晶が基板間において十分に広がった後、基板周縁部のみ光を照射してシール剤9を硬化させ、両基板を接着固定した。基板接着後、四隅の脱気口16から漏れ出た液晶を拭き取り、脱気口16を封止材38(光硬化樹脂)で封止し図2に示す液晶表示装置が完成した。尚、この封止剤38は液晶を封入し、外気と遮断し、液晶が劣化するのを防ぐために配置したものであり、材料としては例えば光硬化樹脂を用いることができる。

【0040】図2は、この方法により作成された液晶パネルを表している。図2では表示領域を囲むようにシール剤9を配置しており、シール剤の開口部には封止剤38を配置し、液晶3の漏れを防ぐ構成になっている。

【0041】さらにガラス基板に偏光板10を張り付け、図17に示すようにガラス基板2上に映像信号駆動回路23、垂直走査回路24、電源回路及びコントローラ25を接続し、走査信号電圧、映像信号電圧、タイミング信号を配給し、アクティブマトリクス駆動をさせる。

【0042】そしてこの液晶表示パネルに図18に示すシールドケース30、拡散板31、導光板32、反射板33、バックライト34、下側ケース35、インバータ回路基板36を組み合わせて液晶表示装置37を組み立てた。

【0043】本実施例では液晶表示装置内に残存する気泡は見られなかった。また、液晶封入に要した時間はおよそ50分であった。

【0044】また、比較例として真空封入法により同一の大きさ、かつ、同一ギャップのパネル(10.4インチ サイズ、ギャップ $5.5\mu\text{m}$)について液晶封入を行ったところ、封入に要した時間は240分であった。

【0045】本実施例の大きな利点の1つは、基板を重ね合わせた後にシール剤を硬化させるため、液晶封入工

程と液晶表示装置の組立工程(ガラス基板間のギャップ出し)を同時に行うことが可能であるということである。つまり、1つのライン上で液晶表示装置製造の工程を行うことができるためラインから液晶パネルを一時外す真空封入法に比べ大幅な時間短縮が可能である。また、脱気口を設けることで、気泡が残存することもなく、余分な液晶がパネルの外に基板全周縁部分から漏れ出し、液晶パネル表面や製造ライン治具を著しく汚染することがなくなる。

【0046】このように本実施例では液晶パネル内部に残存する気泡がなく表示特性のよい液晶表示装置を実現でき、製造コストの低減、製造時間の短縮が可能な液晶表示装置を実現できた。

【0047】〔実施例2〕次に、本発明における第二の実施例について再び図1を用いて説明する。

【0048】液晶表示装置の電極類を除く基本構成は図1に示した液晶表示装置と同じである。

【0049】実施例2と実施例1の液晶表示装置における違いは表示部が対角 14.1インチ 、厚みが 0.7mm であること、液晶表示装置の駆動方式がガラス基板にほぼ平行な方向に電界を発生させ、液晶の光学的状態を制御し、画面として表示するという横電界方式であることである。

【0050】なお、画素中において画素電極及び対向電極は櫛歯状に構成され、細長い電極となっている。電極材料としては電気抵抗の低い金属材料であれば特に制限はなく、アルミニウム、銅、クロム等でもよい。また、ラビング方向は、上下基板において同一方向であり、基板短軸方向に対して右に 15° ずれた方向とした。ガラス基板間のギャップ(液晶層厚み)は $4.0\mu\text{m}$ とした。そしてガラス基板1の表示領域周縁部にシール剤9(光硬化樹脂)を図1(a)に示すように塗布し、脱気口16の大きさを 10mm とした。そして基板1の表示領域内1箇所に液晶3を滴下し、基板2と重ね合わせて加圧した。

【0051】この場合も実施例1と同様、表示領域内で2箇所以上に液晶を滴下した場合、それらの境界線付近に気泡が残留するので、1箇所にしか液晶を滴下することにより境界線付近での気泡を少なくする。

【0052】本実施例では液晶表示装置内に残存する気泡は見られなかった。また、液晶封入に要した時間はおよそ60分であった。

【0053】また、比較例として真空封入法により同一の大きさ、かつ、同一ギャップのパネル(14.1インチ サイズ、ギャップ 4.0mm)について液晶封入を行ったところ、封入に要した時間は350分であった。

【0054】本実施例により液晶パネル内部に残存する気泡をなくし、製造コストの低減、製造時間の短縮化を図ることができた。

【0055】実施例1、実施例2を通じて、TN駆動方

式、横電界駆動方式に対してこの新たな液晶表示装置の製造方式が活用できることを示し、駆動方式、電極配置に限定されるものではないことが示される。

【0056】〔実施例3〕本実施例3では実施例2の横電界駆動方式の液晶表示装置において柱状スペーサ15を形成すると同時に図3に示すように枠状スペーサ18を基板1の表示領域周縁部に形成したものである。

【0057】本実施例の場合も枠状スペーサ18の四隅に幅10mmの脱気口16を設け、シール剤9を枠状スペーサ18の外側に沿う部分に塗布する構成である。その後基板1上に液晶3を滴下し、両基板を重ね合わせ、シール剤9を硬化させ両基板を接着固定する。本実施例では枠状スペーサ18を設けることによって液晶3と未硬化のシール剤9が接触することはなく、未硬化シール剤による液晶汚染の問題を解決するものである。

【0058】また、周縁部に枠状スペーサ18を設けることにより硬化前のシール剤によるセルギャップ制御を補い、基板周縁部でのギャップを精度良く保持することができる。

【0059】本実施例で製造した液晶表示装置においても残存気泡が少なく、封入時間に要した時間も実施例2と同様におよそ60分であり、結果として製造コストの低減と製造時間の短縮を図ることができた。

【0060】〔実施例4〕本実施例では、図13及び図4をもとに説明する。

【0061】まず、液晶の浸透について簡単に説明すると、一般に液晶の浸透は図13に示すように楕円状に広がり、その楕円長軸方向はラビング方向19にほぼ一致することが分かっている。また、液晶の浸透速度はラビング方向19に沿った方向が最も速く、ラビング方向に直交する方向が最も遅い。

【0062】この液晶の浸透速度のラビング方向依存性により液晶封入工程においては液晶がシール剤側面及び隅に到達する時間のずれを生じ液晶を完全に浸透させるために余分な時間を必要としていた。

【0063】実施例4ではそれぞれの隅に到達する時間を調節し、同時に到達させることにより時間の無駄を省くため、ラビング方向に沿った方向にある脱気口とラビング直交方向にある脱気口の大きさを変える、具体的には浸透速度の速いラビング方向に沿った方向にある脱気口よりも浸透速度の遅いラビング方向に対し垂直な方向にある脱気口の大きさを相対的に大きくすることによりこの問題を解決するというものである。

【0064】これによってそれぞれの開口部から排出される空気量及び液晶の量を調節する、つまり各開口部周辺における液晶の浸透速度を調節し、それぞれの隅に液晶が到達する時間が調節でき、液晶が各領域の四隅に到達するまでの時間をほぼ同じにすることが可能となる。

【0065】到達時間が同じであれば四隅からの液晶漏

れの量を最小限に抑えるとともに、気泡は脱気口より排出されるため表示領域内に気泡が残存することがない。

【0066】図4に示すように各領域の四隅に脱気口16を設け、ラビング方向19にほぼ沿った方向にある一対の脱気口16bの大きさがもう一対の脱気口16aの大きさよりも小さくなるように、シール剤9を塗布した(a=10mm, b=5mm)。実施例1と同様、領域の中央部に液晶を滴下し、対向基板を重ね合わせた後、シール剤9(光硬化樹脂)により接着固定し、脱気口16から漏れ出た液晶を拭き取り、脱気口16を封止剤で封止し、液晶表示パネルを完成させる。

【0067】液晶が各脱気口に到達するまでの時間はほぼ同時であり、液晶漏れの量を最小に抑え効率よく液晶封入ができ、表示領域内に残存する気泡もなかった。

【0068】尚、本実施例において、実施例3と同様、表示領域周縁部に枠状スペーサ18を形成する構成とすることも可能である。

【0069】〔実施例5〕実施例5について図5を用いて説明する。実施例5では、実施例1のTN駆動液晶表示装置において基板1上に柱状スペーサ15を形成すると同時に壁状スペーサ17形成し、表示領域を3つの領域に分割し、各領域の四隅に開口部を設ける構成となっている。

【0070】まず、壁状スペーサ17は画素領域から外れた部分、すなわち遮光部ブラックマトリクス5上に配置する。その後、各領域の四隅の脱気口16の幅が10mmになるよう基板1の表示領域円周部にシール剤9を塗布し、各分割領域の中央部1箇所1箇所に液晶3を滴下する。この場合も実施例1と同様、1つの領域に2箇所以上液晶を滴下した場合、その境界線付近に気泡が残存することになるので、1つの分割領域には1箇所1箇所にのみ液晶を滴下する必要がある。

【0071】また、壁状スペーサが短く、壁状スペーサによって分割される各領域が表示領域内において完全に分断されていない場合は各領域で滴下された液晶の境界線同士が表示領域の内部で重なり合い、残留気泡を発生させる場合があるので、各領域をはっきりと区切るため壁状スペーサの端点は少なくともシール剤、若しくは後述の枠状スペーサが囲う領域の境界線上に存在する必要がある、できれば壁状スペーサがシール剤9によって囲まれる領域を突き抜ける形が望ましい。

【0072】その後、対向基板2と重ね合わせて加圧し、シール剤9(熱硬化樹脂)を硬化させ、両基板を接着固定し、脱気口16から漏れ出た液晶を拭き取り、脱気口16を封止剤で封止し、液晶表示パネルを完成させる。液晶封入に要した時間は25分であった。表示領域内に残存する気泡はなかった。表示領域を分割することによって封入時間をさらに短縮することができ、これによって液晶表示装置の大型化、狭ギャップ化にも十分対応することができる。もっとも、本実施例では分割領域

を3つとしたが、分割領域の数、形等の細かい条件は表示領域の大きさ、ラビングの条件等によって最適化することが考えられ、本実施例に限定されることはない。

【0073】本実施例によって、大型化された表示部分に対しても表示部分を分割することで、注入処理を並列化し、同時に行うことができ、製造コストの低減、製造時間の短縮が図ることができることを示している。

【0074】〔実施例6〕実施例6での液晶表示装置の概略図を図6に示す。

【0075】実施例5における液晶表示装置においては実施例3に記載した枠状スペーサ18が表示領域周縁部に形成された構成となっている。

【0076】その後、各領域中央部に液晶3を滴下し、対向基板を重ね合わせ、液晶表示装置を組み立てた。液晶封入に要した時間は30分であり、残存気泡も見られなかった。

【0077】〔実施例7〕実施例7について図7を用いて説明する。本実施例では、実施例2の横電界駆動方式の液晶表示装置において表示領域を分割するための壁状スペーサを形成し、各領域の四隅に脱気口16を設けている。液晶配向はホモジニアス配向である。

【0078】図7(a)では実施例4と同様に各領域においてラビング方向19にほぼ沿った方向にある一対の脱気口の大きさがもう一対の脱気口の大きさよりも小さくなるように、シール剤9を塗布した($a=10\text{mm}$, $b=5\text{mm}$)。この実施例では大きさの比を2:1としたが、各領域の形状後とにその日を最適化することができる。

【0079】そして実施例5と同様、領域の中央部に液晶を滴下し、対向基板を重ね合わせた後、シール剤9(光硬化樹脂)により接着固定し、脱気口16から漏れ出た液晶を拭き取り、脱気口16を封止剤で封止し、液晶表示パネルを完成させた。

【0080】液晶が各脱気口に到達するまでの時間はほぼ同時であり、液晶漏れの量を最小に抑え効率よく液晶封入ができた。また、表示領域内に残存する気泡もなかった。

【0081】本実施例のポイントは、各領域の四隅に設けられた開口部の大きさをラビングの方向を考慮に入れて変え、液晶の排出する量及び封入時間を調節、最適化することにより、製造コストの低減、製造時間の短縮が図れることにある。

【0082】尚、本実施例において、実施例6と同様、表示領域周縁部に枠状スペーサ18を形成する構成とすることが可能である。

【0083】〔実施例8〕実施例8では図7(b)に示すような構成としている。

【0084】本実施例においても実施例7と同様、横電界駆動方式の液晶表示装置において表示領域を分割する

ための壁状スペーサを形成し、ラビング方向19にほぼ直交する方向にある二隅にのみ脱気口を設け、その脱気口の大きさが10mmになるようにシール剤9を塗布した。

【0085】実施例5と同様に各領域中央部に液晶を滴下し対向基板を重ね合わせ、シール剤9(光硬化樹脂)を硬化させることにより接着固定し、脱気口16から漏れ出た液晶を拭き取り、脱気口16を封止剤で封止し、液晶表示パネルを完成させた。

10 【0086】液晶封入に要した時間は30分であった。表示領域内に残存する気泡はなかった。

【0087】これは実施例7における小さくすべき開口部を限りなく小さくした例であるということができる。

【0088】尚、本実施例において、実施例6と同様、表示領域周縁部に枠状スペーサ18を形成する構成とすることが可能である。

【0089】〔実施例9〕実施例9では図7(c)を基に説明する。

20 【0090】本実施例9では実施例2の横電界駆動方式の液晶表示装置において各画素の電極構造を図19に示す構造としている。画素電極27及び対向電極28の屈曲部の角度はいずれも同じとし、 170° とした。ラビング方向は基板短軸方向に平行とした。このような電極構造をもつ液晶表示装置では液晶分子の初期配向は一方であるが液晶分子に電界が印加された場合に複数の電場方向を有する結果、視野角依存性の小さい液晶表示装置を得ることができる。

【0091】そしてさらに表示領域を分割するための壁状スペーサを形成し、図7(c)に示すように各領域の四隅に脱気口16を設け、すべての脱気口の大きさが同じ($a=b=10\text{mm}$)になるようにシール剤9を塗布した。本実施例においてラビングの方向は基板の短軸に平行となっているため液晶が各隅に到達する時間は等しいことからこの時の開口部の大きさを等しくすることが最も効率的である。ラビングの方向と開口部の大きさは密接に関係しているからである。

【0092】各領域の中央部に液晶を滴下し対向基板を重ね合わせ、シール剤9(光硬化樹脂)により接着し、脱気口16から漏れ出た液晶を拭き取り、脱気口16を封止剤で封止し、液晶表示パネルを完成させた。

【0093】液晶封入に要した時間は30分であった。

【0094】ラビング方向が基板短軸に平行であるため、全ての脱気口の大きさを同じにすることにより、液晶が四隅に到達するまでの時間はほぼ同じになり、液晶漏れを最小に抑えることができた。また、残存する気泡もなかった。

【0095】尚、本実施例においても実施例6と同様に、表示領域周縁部に枠状スペーサ18を形成する構成とすることが可能である。

50 【0096】〔実施例10〕実施例7においては図8に

示すように壁状スペーサ17を山形に形成し、実施例7と同様に液晶表示装置を組み立てた。

【0097】液晶封入工程に要した時間は実施例7と同程度であったが、液晶表示装置のコントラスト比は300であった。

【0098】実施例7で得られた液晶表示装置ではコントラスト比が250であり、本実施例で得られた液晶表示装置の方が高コントラスト比であった。

【0099】このコントラスト向上は壁状スペーサ17を山形にすることで立体障害を少なくしラビング布の毛の流れによる配向の乱れを抑え、壁周辺部での光り漏れを起こさないことに由来し、よりコントラスト比の高い液晶表示装置を作成することを可能にする。

【0100】尚、この実施例は実施例7に限られることはなく、壁状スペーサを構成要素として有する全ての実施例において使用できる。

【0101】〔実施例11〕実施例11では図10をもとに説明をする。

【0102】実施例10までは一方のガラス基板上に液晶を一滴下し、対向基板を重ね合わせ、シール剤9（光硬化樹脂）により接着し、脱気口16から漏れ出した液晶を拭き取り、脱気口16を封止剤で封止し、液晶表示パネルを完成させる方法をとってきたが、本発明における構成を考慮する限り、真空封入法等の空セルを先に組み立てた後に液晶を注入する方法にも応用することができる。以下に当該方法における実施例を示す。

【0103】実施例1のTN駆動液晶表示装置において、液晶封入前に空セルを組み立て、4つの脱気口のうち1つを注入口として、この注入口16bより液晶を加圧して注入するとともに、残り3つの脱気口16aより液晶表示装置内の空気を排除し、液晶を充填させた後、封止剤38により封止することで図2に示す液晶表示装置を完成させる。本実施例において液晶封入に要した時間は120分であった。また、液晶表示装置内に残存する気泡はなかった。

【0104】本実施例で一箇所より液晶を加圧して注入すると共に気泡が残りやすい隅3箇所から排気を行っているため、液晶浸透速度が速く効率よく液晶封入を行えることがポイントである。

【0105】〔実施例12〕実施例12での液晶表示装置の概略図を図11(a)に示す。

【0106】実施例4の横電界駆動液晶表示装置においても液晶を封入する前に予め空セルを組み立てる。4つの脱気口のうちラビング方向19にほぼ直交する方向にある隅に注入口16bを設ける。脱気口16aから液晶表示装置内の空気を排気し、注入口16bより液晶を加圧しながら注入させ、液晶がセル内に完全に広がった後、脱気口16aと注入口16bを封止剤により封止し、液晶表示装置を完成させる。

【0107】本実施例による液晶封入に要した時間は1

45分であり、液晶セル内に残存する気泡はなかった。

【0108】また、図11(b)に示した液晶表示装置においても同様に液晶封入を行ったところ、封入に要した時間は180分であった。

【0109】〔実施例13〕実施例13では実施例9同様、図11(c)に示すように一画素内に図19に示すような電極構造を持つ横電界駆動液晶表示装置において基板短軸に平行にラビング処理を行い、図に示すように注入口16bを基板短軸に平行な一辺の中央部に一箇所設け、その辺に対向する辺の両端に脱気口16aを設けた。

【0110】空セルを組み立てた後、脱気口16aから表示装置内の空気を排気するとともに注入口16bから液晶を加圧して注入した。液晶封入に要した時間は160分であり、液晶表示装置に残存する気泡はなかった。

【0111】この実施例のポイントはラビング方向に垂直な辺にある注入口16bから液晶を入れることにより、液晶が四隅に到達するまでの時間を短縮することにある。

【実施例14】本実施例14での液晶表示装置の概略図を図12(a)に示した。

【0112】実施例7と同じ構成を有する空セルを液晶封入前に組み立て、各領域における4つの脱気口のうち液晶配向方向にほぼ直交する方向にある1つの脱気口を注入口とし、その注入口16bより液晶を注入した。液晶封入に要した時間は50分であった。液晶表示装置内に残存する気泡は見られなかった。

【0113】また、実施例8と同じ構成を有する図12(b)に示した液晶表示装置において液晶封入を行ったところ、封入に要した時間は60分であった。

【0114】この実施例のポイントはラビング方向に垂直な方向にある注入口16bから液晶を入れ、それと同時に16aより脱気することにより、液晶が四隅に到達するまでの時間を最適化することにあるだけでなく、表示領域を壁状スペーサによって分割することで、並列化を行い、同時に液晶注入を行うことで封入時間の短縮を図れることである。

【0115】〔実施例15〕実施例15では図12

(c)に示すように実施例9と同様、図19に示す電極構造をガラス基板上に形成した。そしてさらに基板短軸に平行にラビング処理を行い、脱気口16aと注入口16bを設けた。脱気口16aから液晶表示装置内の空気を排気し、注入口16bより液晶を加圧しながら注入した。本実施例における液晶封入に要した時間は55分であった。また、残存する気泡は見られなかった。

【0116】〔実施例16〕実施例16では光が照射されることにより液晶層の配向制御を行う光配向ポリイミド膜を実施例2における液晶表示装置の配向膜6に用いた。

【0117】ベンゾフェノン成分を含む(化1)に示す

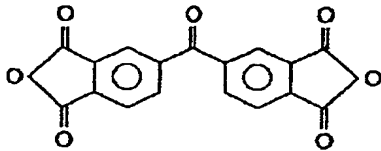
酸無水物（3，3'，4，4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物）と（化2）に示すジアミン（ビス（3，5-ジエチル，4-アミノ）フェニルメタン）を等量混合し、ポリアミック酸を合成した後、焼成することにより光反応架橋型の配向膜をガラス基板1及び2上に形成した。その後、高圧水銀灯を光源として偏光板を通し、直線偏光を上下基板の配向膜6に照射した。

【0118】本配向膜を用いた場合には照射した直線偏光と垂直方向に配向規制力が生じ、ホモジニアス配向となる。その後、実施例2と同様に液晶表示装置を組み立てた。本実施例では液晶封入に要した時間は60分であった。

【0119】尚、本実施例は実施例2における液晶表示装置において行ったが、本実施例は実施例2に限られるものではなく、全ての実施例において使用可能である。

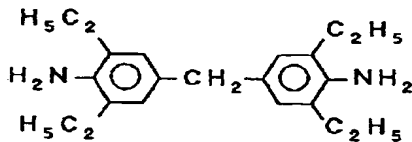
【0120】

【化1】



【0121】

【化2】



【0122】〔比較例1〕実施例2において、図14に示すような四隅に脱気口の無いように表示領域周縁部にシール剤を塗布し、重ね合わせ法により液晶表示装置を組み立てた。液晶封入時間として60分を要した。

【0123】従来の真空封入法（封入時間350分）に比べ封入時間を短縮することはできたが、脱気口がないため液晶表示領域内に気泡が残存した。

【0124】液晶表示装置の基板上、表示領域周縁部に脱気口を設けるような形状にシール剤を塗布することにより、従来の液晶封入法で課題となっていた残存気泡の問題を解決できる。

【0125】そして、液晶表示領域を壁状スペーサによって分割することで液晶注入工程を並列化し、同時に行うことができ、時間の短縮化を図ることができ、現在の製造工程で時間的に大きな割合を占めている液晶封入工程を短時間化できる。

【0126】これらにより液晶表示装置の大型化や高速応答に伴う狭ギャップ化に効率よく対応でき、製造コスト低減や生産速度向上など生産効率の向上ができる。

【0127】

【発明の効果】本発明により、液晶表示装置内の液晶層の気泡が少なく生産性の高い液晶表示装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1及び実施例2での液晶表示装置の概略図である。

【図2】実施例1及び実施例2における液晶が封入された状態の図である。

【図3】実施例3での液晶表示装置の概略図である。

【図4】実施例4での液晶表示装置の概略図である。

【図5】実施例5での液晶表示装置の概略図である。

【図6】実施例6での液晶表示装置の概略図である。

【図7】実施例7，8又は9での液晶表示装置の概略図である。

【図8】実施例10における液晶表示装置（断面図）である。

【図9】柱状スペーサの形状（上：基板面垂直方向から見た図、下：側面から見た図）である。

【図10】実施例11における液晶表示装置の概略図である。

【図11】実施例12，13での液晶表示装置の概略図である。

【図12】実施例14，15での液晶表示装置の概略図である。

【図13】液晶表示装置内における液晶浸漬の様子を示した図である。

【図14】比較例1での液晶表示装置の概略図である。

【図15】液晶表示装置の断面図である。

【図16】真空封入法の概略図である。

【図17】表示マトリクス部の等価回路とその周辺回路を示した図である。

【図18】液晶表示装置の分解斜視図である。

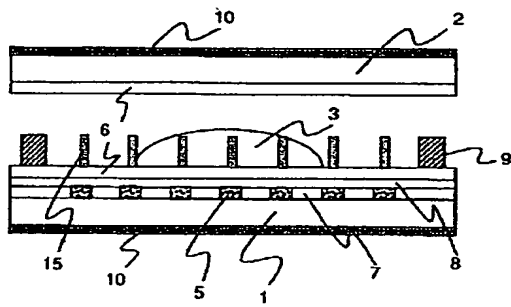
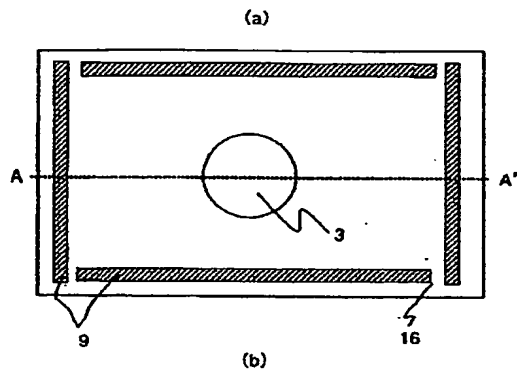
【図19】実施例9及び13，15における電極構造の概略図である。

【符号の説明】

1，2…ガラス基板、3…液晶、4…スペーサビーズ、5…ブラックマトリクス、6…配向膜、7…カラーフィルタ、8…オーバーコート樹脂、9…シール剤、10…偏光板、11…真空チャンバー、12…液晶注入口、13…液晶表示装置、14…液晶皿、15…柱状スペーサ、16…開口部（16a…脱気口、16b…注入口）、17…壁状スペーサ、18…枠状スペーサ、19…ラビング方向、20…液晶浸透方向、21…映像信号線、22…走査信号線、23…映像信号駆動回路、24…垂直走査回路、25…電源回路及びコントローラ、26…薄膜トランジスタ（TFT）、27…画素電極、28…対向電極、29…液晶表示パネル、30…シールドケース、31…拡散板、32…導光板、33…反射板、34…バックライト、35…下側ケース、36…インバータ回路基板、37…液晶表示装置、38…封止剤。

【図 1】

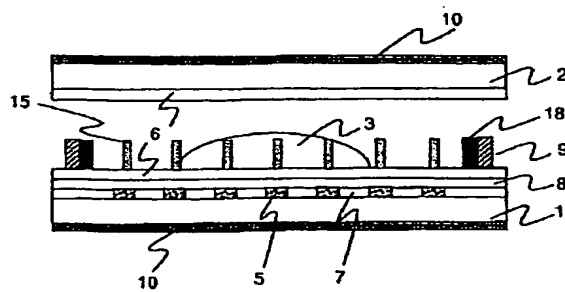
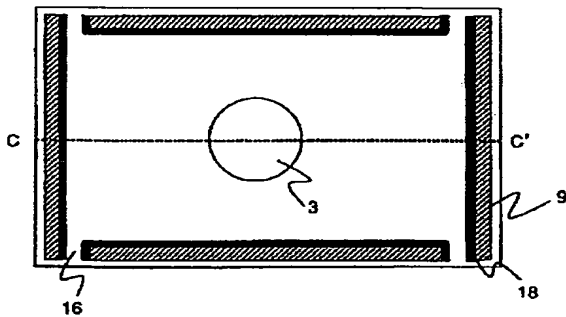
図 1



【図 3】

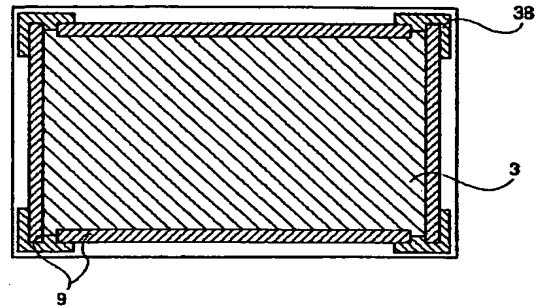
図 3

(a)



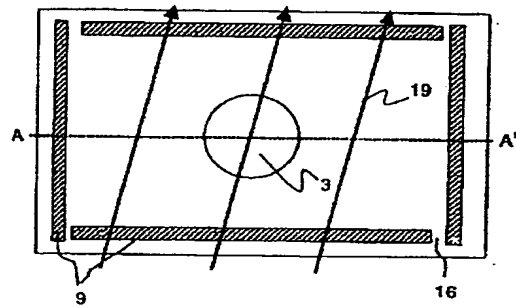
【図 2】

図 2



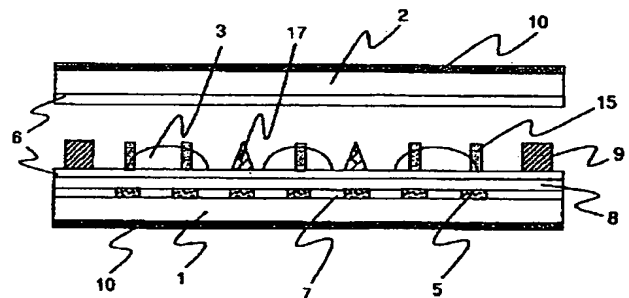
【図 4】

図 4



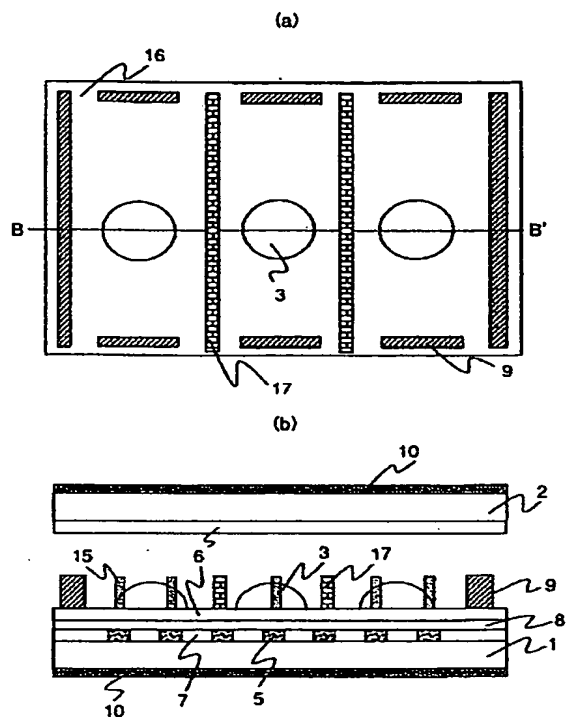
【図 8】

図 8



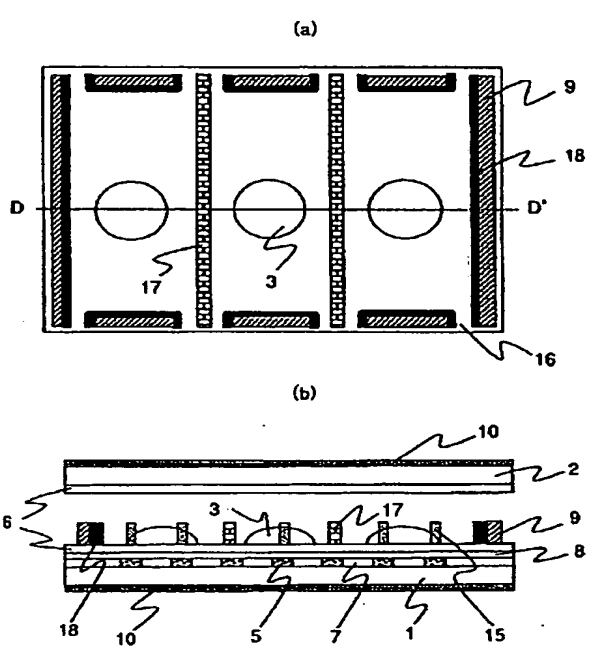
【図 5】

図 5



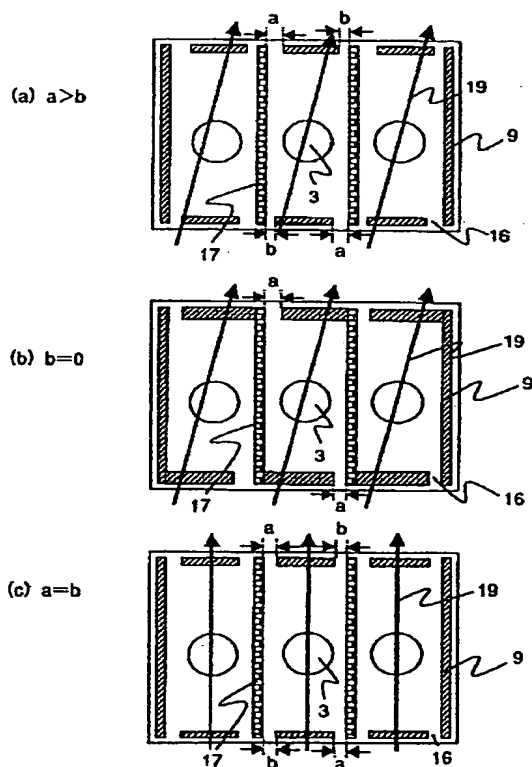
【図 6】

図 6



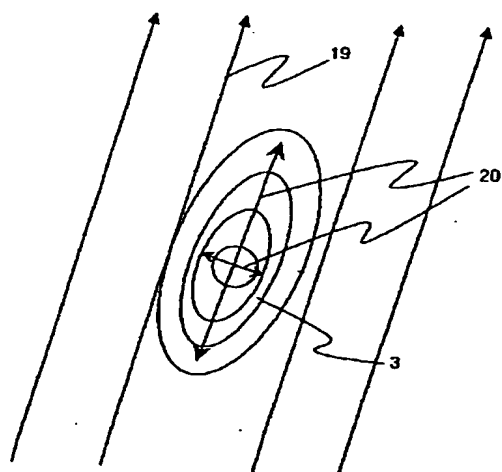
【図 7】

図 7



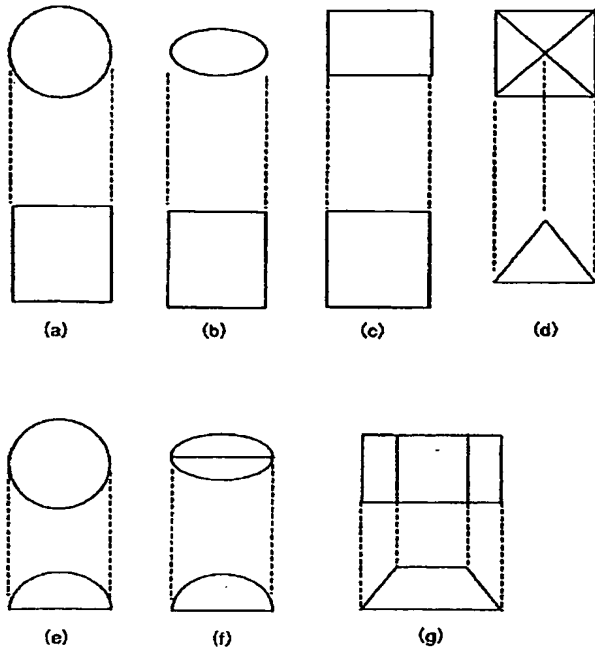
【図 13】

図 13



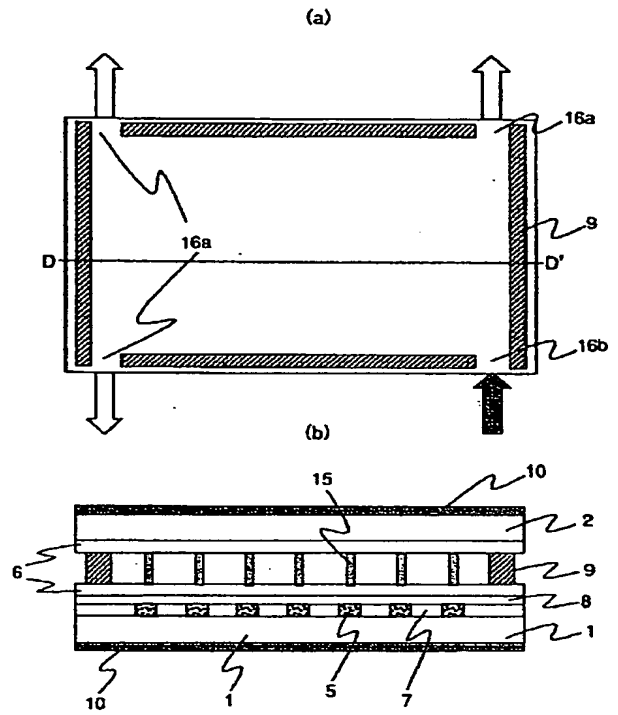
【図 9】

図 9



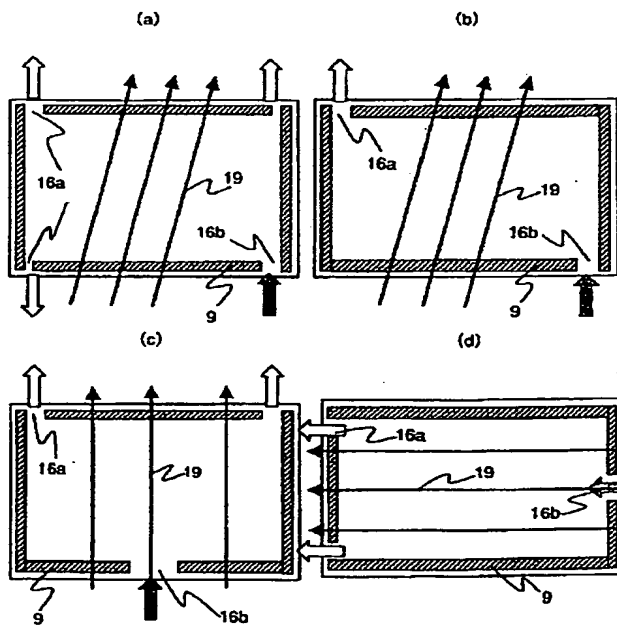
【図 10】

図 10



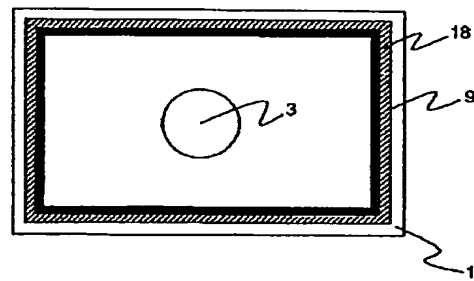
【図 11】

図 11



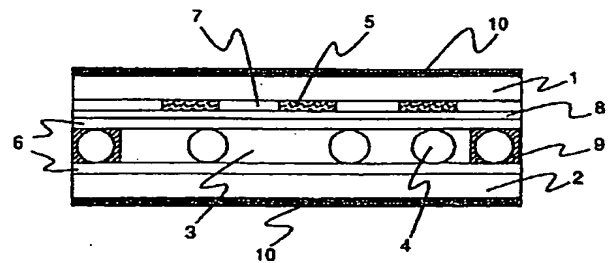
【図 14】

図 14

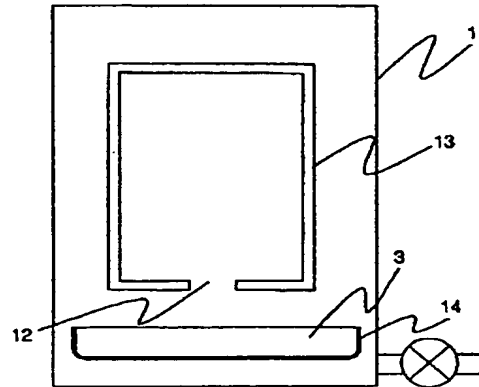


【図 15】

図 15



16



18

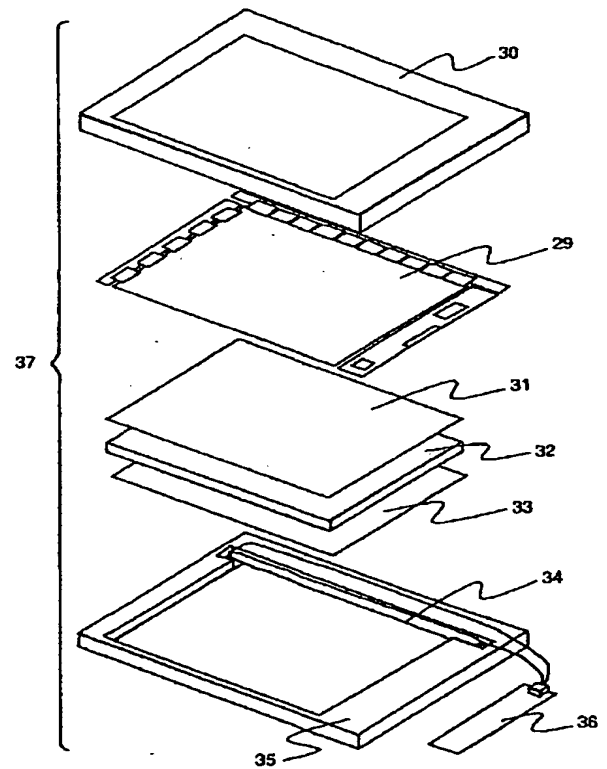
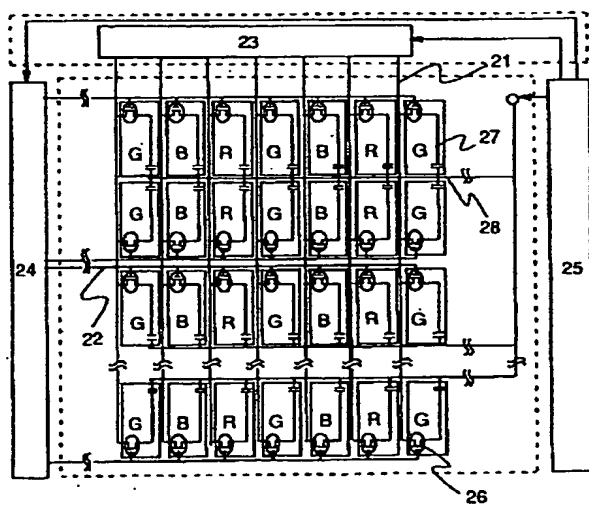
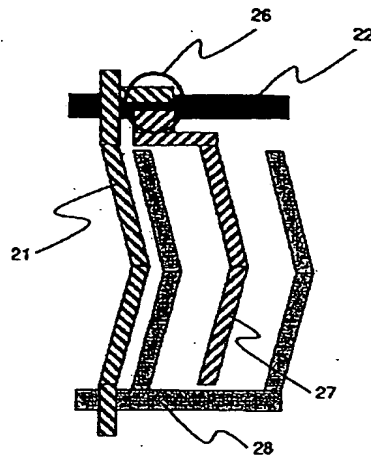


圖 17



【図 19】

図 19



フロントページの続き

(72)発明者 荒谷 康太郎
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 2H089 LA09 LA10 LA24 NA22 NA50
QA12 TA04 TA07 TA09
2H090 HB08Y HB13Y JC16 LA03
LA04 MA02 MB02 MB03 MB14

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Laid-Open Patent Publication (A)

(11) Laid-Open Patent Publication No.: 2001-133795

(43) Publication Date: May 18, 2001 (Hei. 13)

(51)

Int.Cl. ⁷	Identification symbol	F I	Theme code (reference)
G02F 1/1339	505	G02F 1/1339	505 2H089
1/1337		1/1337	2H090

Request for Examination: Not made

Number of Claims: 26 OL (15 Pages in Total)

(21) Application No.: Japanese Patent Application No. Hei 11-311941

(22) Application Date: November 2, 1999 (Hei. 11)

(71) Applicant: 000005108

HITACHI, Ltd.

4-6, Surugadai, Kanda, Chiyoda-ku, Tokyo

(72) Inventor: Kenji OKISHIRO

1-1, 7chome, Ohmika-cho, Hitachi-city, Ibaraki

c/o Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

(72) Inventor: Yasushi TOMIOKA

1-1, 7chome, Ohmika-cho, Hitachi-city, Ibaraki

c/o Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

(74) Agent: 100075096

Patent Attorney, Yasuo SAKUTA

(54) [Title of the Invention]

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND MANUFACTURING METHOD

THEREOF

(57) [Abstract]

[Problem to be solved] To solve a defective display whose cause is a remaining bubble in a liquid crystal layer inside a liquid crystal display device.

[Solution] A liquid crystal display device having a liquid crystal layer between a pair of substrates comprises a structure in which sealing agent surrounding a display region is disposed, openings in four corners of the region surrounded by this sealing agent is provided, and in addition, sealant for sealing these openings are provided. Liquid crystal is dropped at a spot of the display region of one substrate, the other substrate is superposed thereon, leaked liquid crystal from the openings is wiped off, and the openings can be sealed by sealant, by this structure.

[Scope of Claim]

[Claim 1] A liquid crystal display device having:

- a pair of substrates;

- a group of electrodes formed in at least one of the pair of substrates;

- alignment films formed over each of the pair of substrates; and

- a liquid crystal layer interposed between the pair of substrates,

- comprising:

- a sealing agent surrounding a display region formed by the group of electrodes over the one of the substrates;

- openings disposed in four corners of the region surrounded by the sealing agent; and

- sealant for sealing each of the openings.

[Claim 2] A liquid crystal display device according to Claim 1, wherein liquid crystal alignment of the liquid crystal layer is homogeneous alignment; and wherein a direction of the liquid crystal alignment is unparallel to a minor axis and a major axis of the substrate.

[Claim 3] A liquid crystal display device according to Claim 2, wherein as for the openings, a width of a pair of diagonally opposing openings along the direction of the liquid crystal alignment is different from a width of another pair of openings.

[Claim 4] A liquid crystal display device according to Claim 2, wherein as for the openings, a width of a pair of diagonally opposing openings along the direction of the liquid crystal

alignment is narrower than a width of another pair of openings.

[Claim 5] A liquid crystal display device having:

- a pair of substrates;

- a group of electrodes formed in at least one of the pair of substrates;

- alignment films formed over the pair of substrates;

- a liquid crystal layer interposed between the pair of substrates; and

- a sealing agent surrounding a display region formed over one of the pair of substrates,

wherein a direction of the liquid crystal alignment is unparallel to a minor axis and a major axis of the substrate, and

- comprising:

- a pair of openings disposed only in diagonally two corners in a direction perpendicular to the direction of the liquid crystal alignment among four corners in the display region; and

- sealant for sealing each of the openings.

[Claim 6] A liquid crystal display device according to Claim 1, wherein a direction of a liquid crystal alignment is homogeneous; and wherein the direction of the liquid crystal alignment is parallel to a minor axis or a major axis of the substrate.

[Claim 7] A liquid crystal display device according to Claim 6, wherein each of the openings in each of the region is equal in size.

[Claim 8] A liquid crystal display device having:

- a pair of substrates;

- a group of electrodes formed in at least one of the pair of substrates;

- alignment films formed over the pair of substrates;

- a liquid crystal layer interposed between the pair of substrates;

- a sealing agent surrounding a display region; and

- openings disposed in the region surrounded by the sealing agent,

- wherein a direction of a liquid crystal alignment is homogeneous, and

- wherein the direction of the liquid crystal alignment is parallel to a minor axis or a major axis of the substrate, and

- comprising:

an opening formed at the center of one side perpendicular to the direction of the liquid crystal alignment in the region;

openings disposed at opposite ends of another side thereof; and

sealant for sealing each of the openings.

[Claim 9] A liquid crystal display device according to any one of Claims 1 to 8, wherein each of the alignment films is a photo-alignment film.

[Claim 10] A liquid crystal display device according to Claim 9, wherein the photo-alignment film is comprised of polyimide including benzophenone radical or polyamic acid.

[Claim 11] A liquid crystal display device according to any one of Claims 1 to 8, further comprising a frame-shaped spacer disposed in a display region side of the sealing agent; and

an opening disposed in accordance with the opening in the frame-shaped spacer formed over an applied pattern of the sealing agent.

[Claim 12] A liquid crystal display device comprising:

a pair of substrates;

a group of electrodes formed in at least one of the pair of substrates;

alignment films formed over the pair of substrates;

a liquid crystal layer interposed between the pair of substrates;

a sealing agent surrounding a display region formed by the group of electrodes over one of the substrates;

a wall-shaped spacer for dividing the display region into two or more regions;

openings disposed in all of four corners of each region surrounded by the sealing agent and the wall-shaped spacer; and

sealant for sealing each of the openings.

[Claim 13] A liquid crystal display device according to Claim 12, wherein the wall-shaped spacer comes through the region surrounded by the sealing agent.

[Claim 14] A liquid crystal display device according to Claim 12 or 13, wherein liquid crystal alignment is homogeneous alignment; and wherein a direction of the liquid crystal alignment is unparallel to a minor axis and a major axis of the substrate.

[Claim 15] A liquid crystal display device according to Claim 14, wherein a width of a pair of diagonally opposing openings almost along the direction of the liquid crystal alignment is

narrower than a width of another pair of openings.

[Claim 16] A liquid crystal display device having:

- a pair of substrates;

- a group of electrodes formed in at least one of the pair of substrates;

- alignment films formed over the pair of substrates;

- a liquid crystal layer interposed between the pair of substrates; and

- a sealing agent surrounding a display region formed by the group of electrodes over one of the substrates, and

- comprising:

- a wall-shaped spacer for dividing the display region into two or more regions,

- wherein liquid crystal alignment of the liquid crystal layer is homogeneous alignment;

and

- wherein a direction of the liquid crystal alignment is unparallel to a minor axis and a major axis of the substrate, and

- comprising:

- a pair of openings disposed only in diagonally two corners in a direction perpendicular to the direction of the liquid crystal alignment in the region surrounded by the sealing agent and the wall-shaped spacer; and

- sealant for sealing each of the openings.

[Claim 17] A liquid crystal display device according to Claim 16, wherein the wall-shaped spacer comes through the region surrounded by the sealing agent.

[Claim 18] A liquid crystal display device according to Claim 12 or 13, wherein liquid crystal alignment is homogeneous alignment; and wherein a direction of the liquid crystal alignment is parallel to a minor axis or a major axis of the substrate.

[Claim 19] A liquid crystal display device according to Claim 18, wherein all of the openings are equal in size.

[Claim 20] A liquid crystal display device having:

- a pair of substrates at least one of which is transparent;

- a group of electrodes formed in at least one of the pair of substrates;

- alignment films formed over the pair of substrates;

a liquid crystal layer interposed between the pair of substrates; and

a sealing agent surrounding a display region which is formed by the group of electrodes over the one of substrates,

comprising:

a wall-shaped spacer for dividing the display region into two or more regions,

wherein liquid crystal alignment is homogeneous alignment; and

wherein a direction of the liquid crystal alignment is parallel to a minor axis and a major axis of the substrate,

comprising:

an opening formed at the center of one side perpendicular to the direction of the liquid crystal alignment and openings disposed at the opposite ends of another side thereof, in the region surrounded by the sealing agent and the wall-shaped spacer; and

sealant for sealing each of the openings.

[Claim 21] A liquid crystal display device according to Claim 20, wherein the wall-shaped spacer comes through the region surrounded by the sealing agent.

[Claim 22] A liquid crystal display device according to any one of Claims 1 to 21, further comprising a columnar spacer arranged on a black-matrix.

[Claim 23] A liquid crystal display device according to any one of Claims 12 to 21, wherein each of the alignment films is a photo-alignment film.

[Claim 24] A liquid crystal display device according to Claim 23, wherein the photo-alignment film is comprised of polyimide including benzophenone radical or polyamic acid.

[Claim 25] A liquid crystal display device according to any one of Claims 12 to 21, wherein the wall-shaped spacer to be a second spacer is formed into a mountain shape.

[Claim 26] A liquid crystal display device according to any one of Claims 1 to 21, further comprising a frame-shaped spacer disposed so as to surround inside of the sealing agent and whole display region; and an opening disposed in accordance with the opening in the frame-shaped spacer formed over an applied pattern of the sealing agent

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention pertains] The present invention relates to a liquid crystal display device and a manufacturing method thereof, especially in which time for a liquid crystal encapsulation process is shortened and remaining bubbles are decreased.

[0002]

[Description of the Related Art] A scheme of the conventional liquid crystal display device is illustrated in FIG. 15.

[0003] This liquid crystal display device has a structure in which liquid crystal 3 is interposed between two pieces of glass substrates 1 and 2 disposed with a predetermined space. An alignment process is carried out over the surfaces of the two pieces of glass substrates 1 and 2 interposing a liquid crystal layer so that liquid crystal molecules are oriented to one direction. This alignment process is carried out by a method (rubbing method) for rubbing the surfaces of the alignment films with a cloth or the like after alignment films 6 such as polyimide is applied over the glass substrates 1 and 2 and burned. A sphere (hereinafter, referred to as "spacer bead") regarded as a bead such as silica or polymer is ordinarily used between the two pieces of glass substrates for adjusting a thickness of the liquid crystal layer to a constant, and is randomly dispersed in a display region over the glass substrate processed for alignment. These two pieces of glass substrates are superposed each other, the substrates periphery thereof is glued and fixed with a sealing agent 9, and then the liquid crystal 3 is encapsulated between the substrates, so that a liquid crystal display device is manufactured.

[0004] Note that there is an ingenuity such that the spacer bead 4 is mixed into the sealing agent 9 of the substrates periphery for holding the thickness of the liquid crystal layer with high accuracy.

[0005] As a method for injecting liquid crystal into a liquid crystal display device, a vacuum encapsulation method is used in general.

[0006] The vacuum encapsulation method is a method where liquid crystal is injected into a liquid crystal display device by using differential pressure from outside pressure, by depressurizing the inside of the liquid crystal display device. A contour is described with reference to FIG. 16. First, a liquid crystal display cell 13 with an inlet 12 and a liquid crystal plate 14 including liquid crystal 3 are put in a chamber 11, and a vacuum is drawn inside the chamber 11. The interior of the chamber 11 and the inside of the liquid crystal

display cell 13 become vacuum, and then the interior of the chamber 11 is returned to atmospheric pressure gradually with touching the inlet 12 to the liquid crystal plate 14 in the above state. At this time, difference in atmospheric pressure is generated between the inside of the liquid crystal display cell 13 and the interior of the chamber, and therefore, the liquid crystal 3 is spread into the inside of the liquid crystal display cell 13. The inlet is sealed with sealant (thermosetting resin) after the inside of the liquid crystal display cell 13 is completely satisfied with the liquid crystal 3, so that liquid crystal can be injected.

[0007]

[Problem to be solved by the Invention] As described above, the vacuum encapsulation method is to encapsulate liquid crystal by using differential pressure between interior of a chamber and inside of a liquid crystal panel.

[0008] However, bubbles are left in a display region of a liquid crystal display device when the vacuuming is inadequate, and thus, the remaining bubbles cause a defective display and strongly affect productivity.

[0009] Additionally, there is an enormous problem in a cost because of using a vacuum device.

[0010] In addition, a liquid crystal encapsulation step takes so much time during a process for manufacturing the liquid crystal display device, depending largely on each condition of a size of the liquid crystal display device, a gap between glass substrates (a thickness of liquid crystal layer) and viscosity of the liquid crystal.

[0011] Further, the vacuum encapsulation method has a problem of an inefficient response to growing in size of the liquid crystal display device and to making the liquid crystal fast response.

[0012] For example, a probability that bubbles are left in the liquid crystal display device is increased and productivity due to the defective display is decreased, by making a screen larger (expanding the display region). In addition, a chamber is required to be larger as the liquid crystal display device is made larger, and therefore the time for drawing a vacuum needs to be longer and the manufacturing cost is increased.

[0013] On the other hand, it is proposed that the gap between the glass substrates (the thickness of the liquid crystal layer) is reduced (narrowing the gap) as a means for solving the

problem in making the liquid crystal fast response. However, in the vacuum encapsulation method it takes longer time for deaeration, and spread and filling of the liquid crystal by narrowing the gap.

[0014] Therefore, the method for injecting liquid crystal by the conventional vacuum encapsulation method has enormous problems for manufacturing the liquid crystal display device by not solving the decrease of productivity and the longer manufacturing time due to growing in size of the liquid crystal display device and narrowing the gap.

[0015] Consequently, several liquid crystal encapsulation methods are proposed for solving the above problems of the vacuum liquid crystal encapsulation method.

[0016] The following three liquid crystal encapsulation methods are taken for example, and each feature of the methods is described.

[0017] Japanese Patent Application No. H9-347893 offers a method for encapsulating liquid crystal through an encapsulation jig by depressurizing only the inside of a liquid crystal display panel with the encapsulation jig installed.

[0018] The method has an advantage that the time for the liquid crystal encapsulation step can be shortened compared to the conventional vacuum encapsulation method. However, still there is room for improvement in the remaining bubbles, the manufacturing time and the manufacturing cost, in view of making the screen larger or the gap narrower in the future.

[0019] In addition, a publication of Japanese Patent Application Laid-Open No. 8-262461 shows a method for encapsulating liquid crystal into a liquid crystal display device by drawing a vacuum from an deaerating outlet and by applying pressure from an inlet with the deaerating outlet and the inlet disposed at two corners located diametrically opposite each other of the liquid crystal display device. This method has an advantage that a vacuum chamber is not required, however it is still not established as an encapsulation method for a case of mass-producing because of a problem in the encapsulation time or the like.

[0020] Additionally, there is a superposing method as another method than the above vacuum encapsulation method, and a liquid crystal encapsulation method by this method is described in a publication of Japanese Patent Application Laid-Open No. H6-194615. This is a method for encapsulating liquid crystal by gluing and fixing a pair of glass substrates with adhesive such as sealing agent after liquid crystal is dropped over either of glass substrates and an

opposing substrate is put thereover. This method is described in detail. A frame-shaped spacer is formed in a portion along the periphery of either of two glass substrates and further sealing agent is applied to the outside of the frame-shaped spacer.

[0021] And liquid crystal is dropped over either substrate, and then the two substrates are superposed each other and the both substrates are glued and fixed by hardening the sealing agent, so that the liquid crystal is encapsulated. However, in this method bubbles are left inside of a panel because of no outlet for expelling the bubbles (a deaerating outlet) in the step of pressurizing the substrates superposed.

[0022] In addition, in this method appropriate doses of liquid crystal must be dropped and high accuracy for dropping amount of the liquid crystal is required. When appropriate doses or more of liquid crystal are dropped, a surface of a liquid crystal panel or a manufacturing line jig may be contaminated by leaking the extra liquid crystal outside the liquid crystal panel from the entire periphery of the substrates in forming the liquid crystal display device.

[0023] Consequently, it is an object of the invention to provide a liquid crystal display device having fewer remaining bubbles in a liquid crystal layer with high productivity.

[0024] In addition, it is another object of the invention to provide a liquid crystal display device in which remaining bubbles are reduced in encapsulating liquid crystal and the time for encapsulating liquid crystal is shortened.

[0025]

[Means for Solving the Problem] The invention is characterized by the following structure in order to achieve the above objects. A liquid crystal display device having a pair of substrates; a group of electrodes which is formed in at least one of the pair of substrates; alignment films which are formed over each of the pair of substrates; and a liquid crystal layer which is interposed between the pair of substrates has sealing agent surrounding a display region which is formed by the group of electrodes over one of the substrates, openings which are disposed in four corners of the region surrounded by the sealing agent, and sealant for sealing each of the openings. Note that the above four corners mean substantive four corners for expelling remaining bubbles, but do not exactly mean vertexes of angles in the region surrounded by the sealing agent. The four corners include a region where the vertexes of angles are not included. Liquid crystal is dropped at a spot of the display region of one

substrate, the other substrate is put over the substrate, leaked liquid crystal from the openings is wiped off, and each of the openings can be sealed by sealant, by this structure. Thereby, a liquid crystal encapsulation step can be efficiently conducted in conjunction with a construction step of a liquid crystal display device.

[0026] In addition, another feature of the invention is the following structure. A liquid crystal display device has a pair of substrates; a group of electrodes which is formed in at least one of the pair of substrates; alignment films which are formed over the pair of substrates; a liquid crystal layer which is interposed between the pair of substrates; sealing agent surrounding a display region which is formed by the group of electrodes over one of the pair of substrates; a wall-shaped spacer for dividing the display region into two or more regions; openings which are disposed in all of four corners of each region surrounded by the sealing agent and the wall-shaped spacer; and sealant for sealing each of the openings. In addition to enabling a liquid crystal encapsulation step in conjunction with a construction step of a liquid crystal display device to be conducted, this structure enables the time for encapsulating the liquid crystal to be shortened by dividing the display region and by conducting the liquid crystal encapsulation step in apposition.

[0027] In addition, another feature of the invention is the following structure, further besides the first invention and the second structure, and besides the substructure in the means 1 or the means 2. This liquid crystal alignment is homogeneous alignment; a direction of the liquid crystal alignment is unparallel to a minor axis and a major axis of the substrate; and a width of a pair of diagonally opposing openings along almost the direction of the liquid crystal alignment is narrower than a width of another pair of openings. In addition to enabling a liquid crystal encapsulation step in conjunction with a construction step of a liquid crystal display device to be conducted, this structure enables the volume of ejected liquid crystal and expelled air from each of the openings disposed in four corners to be adjusted, and the reaching time of liquid crystal to the four corners to be controlled, so that the encapsulation step can be optimized.

[0028] In addition, another feature of the invention is the following structure, further. A liquid crystal display device having a pair of substrates at least one of which is transparent; a group of electrodes which is formed in at least one of the pair of substrates; alignment films

which are formed over the pair of substrates; a liquid crystal layer which is interposed between the pair of substrates; sealing agent surrounding a display region which is formed by the group of electrodes over one of the substrates, in which a direction of liquid crystal alignment to be homogeneous alignment is parallel to a minor axis and a major axis of the substrate, has one opening which is formed at the center of one side perpendicular to the direction of the liquid crystal alignment in the region and openings which are disposed at the opposite ends of another side thereof, and sealant for sealing each of the openings. In addition to enabling a liquid crystal encapsulation step in conjunction with a construction step of a liquid crystal display device to be conducted, this structure enables the time for encapsulating liquid crystal to be shortened in a liquid crystal display device of an In-Plane-Switching drive system having a plurality of electric field directions.

[0029]

[Embodiment Mode of the Invention] Hereinafter, examples of the invention are described specifically with reference to the drawings. However, the invention should not be limited the following examples, of course.

[0030] [Example 1] A liquid crystal display panel employed for this example is illustrated in FIG. 1.

[0031] As for the liquid crystal display panel employed in this example, a size thereof is 270 mm (substrate major axis) \times 200 mm (substrate minor axis) and a thickness thereof is 1.1 mm, and a transparent glass substrate with a polished surface is employed for fabricating it. A diagonal of the display portion is 10.4 inch in size.

[0032] Note that an equivalent circuit and a peripheral circuit in a display matrix portion are illustrated in FIG. 17, however, an electrode and the like are omitted in FIG. 1.

[0033] A TN drive mode is adopted for the liquid crystal display device in this example and a transparent electrode (ITO) is adopted as a pixel electrode and an opposite electrode. As illustrated in FIG. 17, over a glass substrate 2, video signal 21 and scanning signal 22 lines are arranged in matrix and a thin film transistor (TFT) 26 and a pixel electrode 27 to be connected to the thin film transistor 26 are disposed in each pixel. An alignment film 6 for aligning liquid crystal is formed over the substrate having the electrode and the like. Note that polyimide is employed as the alignment film in this example. The substrate to which the

polyimide is applied with a printing machine is burned for 30 minutes, and a rubbing process is performed thereto by using a buff cloth of rayon with a rubbing machine (FS-55R, produced by FUJIOKA). The thickness of the alignment film is around 1000 Å.

[0034] Three-color RGB color filters 7 and black-matrixes 5 are arranged in stripe over a glass substrate 1 and overcoat resin (epoxy resin) 8 is formed thereover for planarization.

[0035] In addition, opposite electrodes 28 illustrated in FIG. 17 are formed each integrating with an opposite voltage signal line over the overcoat resin 8.

[0036] Next, an alignment film 6 for aligning liquid crystal was formed over the glass substrate 1 having the opposite electrodes 28 by the same method as formed over the glass substrate 2.

[0037] In addition, in the glass substrate 1, columnar spacers 15 were formed over portions except pixel regions, that is, light-shielding portions of the black-matrixes (the black-matrixes, the color filters and the columnar spacers are omitted in FIG. 1(a)). A rubbing direction in superposing the both substrates is set in one direction. The columnar spacers each took a form of a square pole (FIG. 9(c)) in this example, however, a form such as a circular cylinder, an elliptic cylinder, a square pyramid, a hemisphere or an elliptic hemisphere may be taken, as illustrated in FIGs. 9(a) to 9(g). In addition, a gap (a thickness of a liquid crystal layer) between the glass substrates was 5.5µm. Additionally, sealing agent (thermosetting resin) 9 was applied to a periphery of the display region of the glass substrate 1 as illustrated in FIG. 1(a) and each width of deaerating outlets 16 was 10 mm. And then, the substrate 2 was superposed over the substrate 1 of which liquid crystal 3 was dropped at a point in the display region, and pressure was applied thereto.

[0038] Note that the result of an experiment showed that when liquid crystal was dropped at two or more points in the display region, bubbles were left by the boundary thereof. Therefore, this example showed that the bubbles by the boundary could be reduced when liquid crystal was dropped at only one point for one display region.

[0039] In addition, the sealing agent 9 was hardened by irradiating only the substrates periphery with light so as to glue and fix the both substrates after liquid crystal was adequately spread between the substrates. Liquid crystal leaked from the deaerating outlets 16 in four corners was wiped away after the substrates were glued, and the deaerating outlets 16 were

sealed with sealant (thermosetting resin) 38, so that a liquid crystal display device illustrated in FIG. 2 was completed. Note that for example the thermosetting resin can be employed as a material of this sealant 38 disposed for encapsulating liquid crystal, shutting out air, and preventing deterioration of liquid crystal.

[0040] A liquid crystal panel manufactured by this method is illustrated in FIG. 2. FIG. 2 shows a structure for preventing liquid crystal 3 from leaking by disposing sealing agent 9 so as to surround a display region and by disposing sealant 38 in openings of sealing agent.

[0041] In addition, a polarizing plate 10 is attached to a glass substrate. And thus, as illustrated in FIG. 17, a video signal driver circuit 23, a vertical scanning circuit 24, and a power circuit and a controller 25 are connected over a glass substrate 2 and a scanning signal voltage, a video signal voltage and a timing signal are applied so as to cause active matrix drive.

[0042] And thus, this liquid crystal display panel was combined with a shielding case 30, a diffusing plate 31, a light guiding plate 32, a light reflector 33, a back light 34, a bottom case 35 and a inverter circuit board 36 illustrated in FIG. 18, so that a liquid crystal display device 37 was fabricated.

[0043] In this example, no remaining bubbles were found inside the liquid crystal display device. In addition, it took around 50 minutes to encapsulate liquid crystal.

[0044] Additionally, as a comparative example, in a panel (10.4 inch sizes, gap 5.5 μ m) having the same size and the same gap, liquid crystal was encapsulated by a vacuum encapsulation method, and it took 240 minutes to be required for the encapsulation.

[0045] One of big advantages of this example is that a liquid crystal encapsulation step in conjunction with a construction step of a liquid crystal display device (gapping between glass substrates) can be conducted simultaneously because sealing agent is hardened after superposing substrates each other. That is the time can be remarkably shortened because a manufacturing step of a liquid crystal display device can be performed on one line as compared with by the vacuum encapsulation method in which a liquid crystal panel is taken off the line once. In addition, no bubble is left by disposing deaerating outlets, and a surface of a liquid crystal panel or a manufacturing line jig may be not contaminated seriously by leaking the extra liquid crystal outside the panel from the entire periphery of the substrates.

[0046] As described above, this example enables a liquid crystal display device having no remaining bubble inside a liquid crystal panel and a good display properties to be realized, and the liquid crystal display device with a lower manufacturing cost and with a shorter manufacturing time to be realized.

[0047] [Example 2] Next, a second example according to the invention is described as follows with reference to FIG. 1 again.

[0048] A basic structure of a liquid crystal display device except an electrode or the like is the same as that of the liquid crystal display device illustrated in FIG. 1.

[0049] The differences in a liquid crystal display device of Example 2 from one of Example 1 are that the display portion has a diagonal of 14.1 inches and a thickness of 0.7 mm, and that the drive system of the liquid crystal display device is an In-Plane-Switching drive system in which a display is created while an optical condition of liquid crystal is controlled by generating a electric field in an almost parallel direction to glass substrates.

[0050] Note that a pixel electrode and an opposite electrode are constituted in tine-shaped inside of a pixel, which are long and thin electrodes. A metallic material with low electric remaining such as aluminum, copper or chromium may be adopted as a material for the electrode. In addition, a rubbing direction was set in one direction in the above and below substrates and out of angle with a minor axis direction of the substrates by 15° to the right. The gap between the glass substrates (a thickness of a liquid crystal layer) was 4.0μm. Additionally, sealing agent (thermosetting resin) 9 was applied to a periphery of the display region of the glass substrate 1 as illustrated in FIG. 1(a) and each width of deaerating outlets 16 was 10 mm. And then, the substrate 1 in which liquid crystal 3 was dropped at a point in the display region was superposed over the substrate 2, and pressure was applied thereto.

[0051] Here as Example 1, when liquid crystal is dropped at two or more points in the display region, bubbles are left by the boundary thereof, and therefore, the bubbles by the boundary are reduced by dropping liquid crystal at only one point.

[0052] In this example, no remaining bubble was found inside the liquid crystal display device. In addition, it took around 60 minutes to encapsulate liquid crystal.

[0053] Additionally, as a comparative example, in a panel (14.1 inch sizes, gap 4.0 μm) having the same size and the same gap, liquid crystal was encapsulated by a vacuum

encapsulation method, and it took 350 minutes to be required for the encapsulation.

[0054] This example enables no remaining bubble inside a liquid crystal panel to be left and a lower manufacturing cost and a shorter manufacturing time to be realized.

[0055] Examples 1 and 2 show that the new manufacturing system of a liquid crystal display device can be applied to the TN drive system and the In-Plane-Switching drive system and is not limited to a drive system and an electrode configuration.

[0056] [Example 3] In this example 3, as illustrated in FIG. 3, a frame-shaped spacer 18 is formed in a periphery of a display region in the substrate 1 in conjunction with forming the columnar spacers 15 in the liquid crystal display device of the In-Plane-Switching drive system in Example 2.

[0057] A structure in the case of this example is also that deaerating outlets 16 having a width of 10 mm are disposed in four corners of the frame-shaped spacer 18 and the sealing agent 9 is applied to each outer portion along the frame-shaped spacer 18. Thereafter, the liquid crystal 3 is dropped over the substrate 1, the both substrates are superposed over each other, and the both substrates are glued and fixed by hardening the sealing agent 9. In this example, the liquid crystal 3 has no contact with the unhardened sealing agent 9 by disposing the frame-shaped spacer 18, and thus a problem of liquid crystal contamination due to the unhardened sealing agent is solved.

[0058] In addition, cell-gap control due to the unhardened sealing agent is eked out by disposing the frame-shaped spacer 18 in the periphery, and the gap in the substrate periphery can be kept with high accuracy.

[0059] In the liquid crystal display device manufactured in this example, the remaining bubbles were reduced and it took around 60 minutes to be required for the encapsulation as in Example 2, as enabled a lower manufacturing cost and a shorter manufacturing time to be realized.

[0060] [Example 4] This example is described with reference to FIGs. 13 and 4.

[0061] First, the following brief description is about spread of liquid crystal. Generally, the liquid crystal is spread extending elliptically as illustrated in FIG. 13, and the direction of an elliptical major axis thereof almost conforms with a rubbing direction 19. In addition, spreading speed of liquid crystal is the fastest in the rubbing direction 19 and the slowest in a

direction perpendicular to the rubbing direction.

[0062] The each reaching time of liquid crystal to a side of sealing agent and to corners was staggered in a liquid crystal encapsulation step because the spreading speed of liquid crystal had dependence on rubbing direction, so that the extra time was required for completely spreading liquid crystal.

[0063] In Example 4, the width of each deaerating outlet in the rubbing direction is made different from the width of each deaerating outlet in a direction perpendicular to the rubbing direction in order to cut waste of time by controlling the reaching time to each corner so as to reach simultaneously. This problem is solved, specifically by widening the width of the deaerating outlet in a direction perpendicular to the rubbing direction in which the spreading speed is slow, relative to the width of the deaerating outlet in a rubbing direction in which the spreading speed is fast.

[0064] This makes it possible to adjust volume of expelled air and ejected liquid crystal from each of the openings. That is, each spreading speed of liquid crystal in a periphery of each opening is controlled, and the reaching time of liquid crystal to each corner is controlled, so that the each reaching time of liquid crystal to corners in regions can be made almost the same.

[0065] The same reaching time enables the volume of leaked liquid crystal from the four corners to be kept at a minimum, and no bubble is left in the display region because the bubbles are expelled from the deaerating outlets.

[0066] The deaerating outlets 16 are disposed in four corners of each region, and the sealing agent 9 is applied so as to make the width of a pair of deaerating outlets 16b in almost the rubbing direction 19 narrower than the width of another pair of deaerating outlets 16a ($a = 10$ mm, $b = 5$ mm). As in Example 1, liquid crystal is dropped to a central portion of the region and an opposite substrate is superposed thereover, and then that is glued and fixed by the sealing agent 9 (thermosetting resin). Thereafter, the leaked liquid crystal from the deaerating outlets 16 is wiped off and the deaerating outlets 16 are sealed by sealant, and thus a liquid crystal display panel is completed.

[0067] The each reaching time of liquid crystal to each deaerating outlet was almost the same, and liquid crystal could be efficiently encapsulated with the volume of leaked liquid crystal

kept at a minimum, and in addition, no bubble was left in the display region.

[0068] Note that in this example the frame-shaped spacer 18 can be formed in the periphery of the display region, as in Example 3.

[0069] [Example 5] Example 5 is described with reference to FIG. 5. In Example 5, wall-shaped spacers 17 for dividing the display region into three regions are formed in conjunction with forming the columnar spacers 15 over the substrate 1, and openings are disposed in four corners of each region, in the TN driving liquid crystal display device in Example 1.

[0070] First, the wall-shaped spacers 17 are disposed over portions except pixel regions, that is, light-shielding portions of the black-matrixes 5. Thereafter, the sealing agent 9 is applied to the circumferential portion of the display region in the substrate 1 so that the each width of the deaerating outlets 16 of four corners in each region is made 10 mm, and the liquid crystal 3 is dropped at a point in a central portion of each divided portion. Here as in Example 1, when liquid crystal is dropped at two or more points in one region, bubbles are left by the boundary thereof, and therefore, liquid crystal is required to be dropped at only one point for one divided region.

[0071] In addition, when the region to be divided by the wall-shaped spacers is not completely divided in the display region because the wall-shaped spacers are shorter, boundaries of liquid crystal dropped to each region overlap each other inside of the display region, as may cause the remaining bubbles. Therefore, for obviously marking the boundary between the regions, end points of the wall-shaped spacers are required to reach a boundary of a region surrounded by the sealing agent or a frame-shaped spacer to be described, and the wall-shaped spacers preferably come through the region surrounded by the sealing agent 9.

[0072] And then, the substrate 2 superposing thereover is pressurizing, and the sealing agent 9 (thermosetting resin) is hardened so as to glue and fix the both substrates, and the leaked liquid crystal from the deaerating outlets 16 is wiped off, and thus, the deaerating outlets 16 are sealed by sealant, so that a liquid crystal display panel is completed. It took 25 minutes to encapsulate liquid crystal. No remaining bubble was left in the display region. The divided display region enables the encapsulation time to be shortened further and enables a sufficient response to growing in size of the liquid crystal display device and narrowing the

gap to be made. In this example, the number of the divided portions were three; however, a detailed condition such as the number or the figuration of the divided portions may be optimized depending on the size of the display region, a rubbing condition, or the like, which is not limited to this example.

[0073] This example shows a lower manufacturing cost and a shorter manufacturing time can be realized because the injection treatments can be simultaneously carried out by dividing a display portion even in the case of an enlarged display portion.

[0074] [Example 6] A schematic view of a liquid crystal display device in Example 6 is illustrated in FIG. 6.

[0075] A structure of the liquid crystal device in Example 5 is that the frame-shaped spacer 18 described in Example 3 is formed in a periphery portion of a display region.

[0076] Thereafter, the liquid crystal 3 was dropped to a central portion of each region and an opposite substrate was superposed thereover, so that a liquid crystal display device was fabricated. It took 30 minutes to encapsulate liquid crystal, and no remaining bubble was seen.

[0077] [Example 7] Example 7 is described with reference to FIG. 7. The wall-shaped spacers for dividing the display region are formed and the deaerating outlets 16 are disposed in four corners of each region, in the liquid crystal display device of the In-Plane-Switching drive system in Example 2. The homogeneous alignment is adopted as the liquid crystal alignment.

[0078] In FIG. 7(a), as in Example 4, the sealing agent 9 was applied in each region so as to make the width of a pair of deaerating outlets in the rubbing direction 19 narrower than the width of another pair of deaerating outlets ($a = 10$ mm, $b = 5$ mm). The width ratio was set 2 : 1 in this example; however, the ratio can be optimized depending on the shape of each region.

[0079] And as in Example 5, liquid crystal was dropped to a central portion of the region and the opposite substrate was superposed thereover, and thereafter that was glued and fixed by the sealing agent 9 (thermosetting resin), and the leaked liquid crystal from the deaerating outlets 16 was wiped off, and thus, the deaerating outlets 16 were sealed by sealant, so that a liquid crystal display panel was completed.

[0080] The each reaching time of liquid crystal to each deaerating outlet was almost the same, and liquid crystal can be efficiently encapsulated with the amount of leaked liquid crystal kept at a minimum, and in addition, no bubble is left in the display region.

[0081] The point of this example is that the lower manufacturing cost and the shorter manufacturing time can be realized by changing the each width of openings disposed in the four corners of each region in consideration of the dubbing direction to adjust and optimize the volume of ejected liquid crystal and the encapsulation time thereof.

[0082] Note that in this example, as in Example 6, the frame-shaped spacer 18 can be formed in the periphery of the display region.

[0083] [Example 8] A structure illustrated in FIG. 7(b) is adopted in Example 8.

[0084] In this example, the wall-shaped spacers for dividing the display region were formed and the deaerating outlets were disposed in only two corners in a direction almost perpendicular to the rubbing direction 19, and the sealing agent 9 was applied so as to make each width of the deaeration outlets 10 mm, in the liquid crystal display device of the In-Plane-Switching drive system as in Example 7.

[0085] As in Example 5, liquid crystal was dropped to a central portion of the each region and an opposite substrate was superposed thereover, and thereafter that was glued and fixed by hardening the sealing agent 9 (thermosetting resin), and the leaked liquid crystal from the deaerating outlets 16 was wiped off, and thus, the deaerating outlets 16 were sealed by sealant, so that a liquid crystal display panel was completed.

[0086] It took 30 minutes to encapsulate liquid crystal. No bubble was left in the display region.

[0087] This is an example of making the openings to be small in Example 7 as small as possible.

[0088] Note that in this example, as in Example 6, the frame-shaped spacer 18 can be formed in the periphery of the display region.

[0089] [Example 9] Example 9 is described with reference to FIG. 7(c).

[0090] In Example 9, the electrode structure of each pixel illustrated in FIG. 19 is adopted in the liquid crystal display device of the In-Plane-Switching drive system in Example 2. The each angle of an inflection in a pixel electrode 27 and an opposite electrode 28 was the same,

which was 170° . A rubbing direction was parallel to a minor axis of a substrate. In a liquid crystal display device with a structure of such electrodes, liquid crystal molecules are oriented to one direction in early alignment. However, a plurality of electric field directions is generated when the electric field is applied to the liquid crystal molecules, so that a liquid crystal display device with less dependence on a viewing angle can be obtained.

[0091] In addition, the wall-shaped spacers for dividing the display region were formed and the deaerating outlets 16 were disposed in four corners as illustrated in FIG. 7(c), and the sealing agent 9 was applied so as to make each width of all the deaerating outlets the same ($a=b=10$ mm). It is most efficient that the each width of the openings at this time is made the same, since the each reaching time of liquid crystal to each corner is equal because the rubbing direction is parallel to a minor axis of a substrate in this example. The reason is that the rubbing direction is closely related to the each width of the openings.

[0092] Liquid crystal is dropped to a central portion of the each region and the opposite substrate is superposed, and thereafter it is glued by the sealing agent 9 (thermosetting resin), and the leaked liquid crystal from the deaerating outlets 16 is wiped off, and thus, the deaerating outlets 16 are sealed by sealant, so that a liquid crystal display panel is completed.

[0093] It takes 30 minutes to encapsulate liquid crystal.

[0094] The each reaching time of liquid crystal to corners is almost the same and the leaked liquid crystal can be kept at a minimum by making the all width of the deaerating outlets same because the rubbing direction is parallel to the minor axis of the substrate. In addition, no bubble is left.

[0095] Note that also in this example, as in Example 6, the frame-shaped spacers 18 can be formed in the periphery of the liquid crystal.

[0096] [Example 10] In Example 7, wall-shaped spacers 17 were formed into a mountain shape as illustrated in FIG. 8, and then a liquid crystal display device was fabricated as in Example 7.

[0097] The time for liquid crystal encapsulation was not taken any more than in Example 7. However, the contrast ratio of the liquid crystal display device was 300.

[0098] The contrast ratio of the liquid crystal display device obtained in Example 7 was 250, and thus, the liquid crystal display device obtained in this example had higher contrast ratio.

[0099] The enhanced contrast results from reducing steric hindrance by shaping the wall-shaped spacers 17 into a mountain shape so as to prevent misalignment because of the stream of cloth nap and from causing no leaked light in the periphery of the walls, as enables a liquid crystal display device with higher contrast ratio to be fabricated.

[0100] Note that this example can be applied to all examples in which a wall-shaped spacer is adopted as a constituent, without being limited to Example 7.

[0101] [Example 11] Example 11 is described with reference to FIG. 10.

[0102] In Examples 1 to 10, a liquid crystal display panel was completed by the step where liquid crystal was dropped over one glass substrate and the opposite substrate was superposed thereover, and thereafter that was glued by the sealing agent 9 (thermosetting resin), and the leaked liquid crystal from the deaerating outlets 16 was wiped off, and thus, the deaerating outlets 16 were sealed by sealant. However, in view of the structure according to the invention, a step, such as a vacuum encapsulation method, of injecting liquid crystal after fabricating a vacant cell can be applied too. An example by the method is described below.

[0103] In the TN driving liquid crystal display device in Example 1, a vacant cell is fabricated before encapsulating liquid crystal, and liquid crystal is filled by expelling air inside of the liquid crystal display device from three deaerating outlets 16a in conjunction with pressurizing and injecting liquid crystal from an inlet 16b which is the other one of four deaerating outlets, and thereafter, sealing is carried out by sealant 38, so that a liquid crystal display device illustrated in FIG. 2 is completed. It took 120 minutes to encapsulate liquid crystal in this example. In addition, no bubble was left in the liquid crystal display device.

[0104] The point of this example is that liquid crystal can be efficiently encapsulated at a fast liquid crystal spreading speed because of expelling air from three corners where bubbles are likely to be left in conjunction with pressurizing and injecting liquid crystal from one place.

[0105] [Example 12] A schematic view of a liquid crystal display device in Example 12 is shown in FIG. 11(a).

[0106] In the In-Plane-Switching driving liquid crystal display device in Example 4, a vacant cell is fabricated before encapsulating liquid crystal. An inlet 16b is disposed in a corner in a direction almost perpendicular to the rubbing direction 19 among four deaerating outlets. Liquid crystal is completely spread in the cell by expelling air inside of the liquid crystal

display device from deaerating outlets 16a and by injecting liquid crystal from the inlet 16b while pressurizing the same, and thus, the deaerating outlets 16a and the inlet 16b are sealed by sealant, so that a liquid crystal display device is completed.

[0107] It took 145 minutes to encapsulate liquid crystal in this example, and no bubble was left inside of the liquid crystal cell.

[0108] In addition, when the liquid crystal encapsulation was similarly carried out in the liquid crystal display device illustrated in FIG. 11(b), it took 180 minutes to be required for the encapsulation.

[0109] [Example 13] In Example 13, a rubbing process was carried out in parallel to a minor axis of a substrate, and an inlet 16b was disposed in a central portion of either parallel side to the minor axis of the substrate and deaerating outlets 16a were disposed at the opposite ends of another side thereof, in an In-Plane-Switching driving liquid crystal display device having such an electrode structure as illustrated in FIG. 19 in each pixel as illustrated in FIG. 11(c), as in Example 9.

[0110] Liquid crystal was injected from the inlet 16b by pressurizing thereto in conjunction with expelling air inside of the display device from the deaerating outlets 16a, after fabricating a vacant cell. It took 160 minutes to encapsulate liquid crystal, and no bubble was left in the liquid crystal display device.

[0111] The point of this example is that the reaching time of liquid crystal to four corners is shortened by injecting liquid crystal from the inlet 16b in a perpendicular side to the rubbing direction.

[Example 14] A schematic view of a liquid crystal display device in Example 14 is shown in FIG. 12(a).

[0112] A vacant cell having the same structure as in Example 7 was fabricated before encapsulating liquid crystal, and liquid crystal was injected from an inlet 16b which was one deaerating outlet in a direction perpendicular to a liquid crystal alignment direction among four deaerating outlets in each region. It took 50 minutes to encapsulate liquid crystal. And no remaining bubble was seen.

[0113] In addition, when liquid crystal encapsulation was carried out in the liquid crystal display device illustrated in FIG. 12(b) having the same structure as in Example 8, it took 60

minutes to be required for the encapsulation.

[0114] The point of this example is that the reaching time of liquid crystal to four corners can be optimized by expelling air from 16a in conjunction with injecting liquid crystal from the inlet 16b in a direction perpendicular to a rubbing direction, and the encapsulation time can be shortened by injecting liquid crystal simultaneously due to dividing a display region by wall-shaped spacers.

[0115] [Example 15] In Example 15, as illustrated in FIG. 12(c), the electrode structure illustrated in FIG. 19 was formed over a glass substrate similarly to Example 9. In addition, a rubbing process was carried out in parallel to a minor axis of the substrate, and deaerating outlets 16a and an inlet 16b were disposed. Air inside of a liquid crystal display device was expelled from the deaerating outlets 16a and liquid crystal was injected from the inlet 16b while pressurizing thereto. It took 55 minutes to encapsulate liquid crystal in this example. In addition, no remaining bubble was seen.

[0116] [Example 16] In Example 16, a photo-alignment polyimide film for controlling alignment of a liquid crystal layer by irradiation with light was employed to the alignment film 6 of the liquid crystal display device in Example 2.

[0117] Polyamic acid was synthesized by mixture of equal parts of acid anhydride (3, 3', 4, 4'-benzophenone tetracarboxylic dianhydride) including a benzophenone constituent shown in the chemical formula 1 and diamine (bis (3, 5-diethyl, 4-amino) phenyl methane) shown in the chemical formula 2, and thus, a light response cross-linking type alignment film was formed over glass substrates 1 and 2 by burning. Thereafter, a liner polarization was emitted to the alignment films 6 of above and below substrates through a polarizing plate with a high-pressure mercury lamp as a light source.

[0118] In case of adopting this alignment film, an alignment restraining force is generated in a direction perpendicular to the emitted liner polarization, so that homogeneous alignment is obtained. Thereafter, a liquid crystal display device was fabricated similarly to Example 2. It took 60 minutes to encapsulate liquid crystal in this example.

[0119] Note that this example can be applied to all examples without being limited to the liquid crystal display device in Example 2 which was adopted in this example.

[0120]

[Chemical Formula 1]

[0121]

[Chemical Formula 2]

[0122] [Comparative Example 1] In Example 2, sealing agent was applied to the periphery of a display region so as not to dispose a deaerating outlet in four corners as illustrated in FIG. 14, and a liquid crystal display device was fabricated by a superposition method. It took 60 minutes to encapsulate liquid crystal.

[0123] The encapsulation time could be shortened in comparison with the conventional vacuum encapsulation method (the encapsulation time was 350 minutes). However, bubbles were left inside of the liquid crystal display region because there was no deaerating outlet.

[0124] The problem of remaining bubbles in the conventional liquid crystal encapsulation method can be solved by applying the sealing agent so as to dispose the deaerating outlet the periphery of the display region over the substrate of the liquid crystal display device.

[0125] Additionally, the time can be shortened, because liquid crystal injection treatments can be simultaneously carried out by dividing the liquid crystal display region with a wall-shaped spacer, so that the time for the liquid crystal encapsulation step which accounts for a major part of the time in the current manufacturing step can be shortened.

[0126] These enable to effectively respond to narrowing a gap with growing in size of the liquid crystal display device and with fast responding and enable production efficiency such as a lower manufacturing cost or an improved production speed to be increased.

[Effect of the Invention] The invention enables a highly productive liquid crystal display device with reduced bubbles in a liquid crystal layer inside of the liquid crystal display device to be realized.

[Brief Description of the Drawings]

FIG. 1 is a schematic view of each liquid crystal display device in Examples 1 and 2.

FIG. 2 is a diagram of a condition in which liquid crystal is encapsulated in Examples 1 and 2.

FIG. 3 is a schematic view of a liquid crystal display device in Example 3.

FIG. 4 is a schematic view of a liquid crystal display device in Example 4.

FIG. 5 is a schematic view of a liquid crystal display device in Example 5.

FIG. 6 is a schematic view of a liquid crystal display device in Example 6.

FIG. 7 is a schematic view of each liquid crystal display device in Examples 7 to 9.

FIG. 8 shows a liquid crystal display device (a sectional view) in Example 10.

FIG. 9 shows a form of each columnar spacer (upper: a view seen from a direction perpendicular to a substrate face, lower: a view seen from a side face).

FIG. 10 is a schematic view of a liquid crystal display device in Example 11.

FIG. 11 is a schematic view of each liquid crystal display device in Examples 12 and 13.

FIG. 12 is a schematic view of each liquid crystal display device in Examples 14 and 15.

FIG. 13 shows a condition of maceration in liquid crystal inside of a liquid crystal display device.

FIG. 14 is a schematic view of a liquid crystal display device in the comparative Example 1.

FIG. 15 is a sectional view of a liquid crystal display device.

FIG. 16 is a schematic view of a vacuum encapsulation method.

FIG. 17 shows an equivalent circuit and a peripheral circuit of a display matrix portion.

FIG. 18 is an exploded perspective view of a liquid crystal display device.

FIG. 19 is a schematic view of an electrode structure in Examples 9, 13 and 15.

[Description of Symbols]

1, 2...glass substrate, 3...liquid crystal, 4...spacer bead, 5...black-matrix, 6...alignment film, 7...color filter, 8...overcoat resin, 9...sealing agent, 10...polarizing plate, 11...vacuum chamber, 12...inlet of liquid crystal, 13...liquid crystal display, 14...liquid crystal plate, 15...columnar spacer, 16...opening (16a...deaerating outlet, 16b...inlet), 17...wall-shaped spacer, 18... frame-shaped spacer, 19...rubbing direction, 20...liquid crystal, 21...video signal line, 22...scanning signal line, 23...video signal driver circuit, 24...vertical scanning circuit, 25...power circuit and controller, 26...thin film transistor (TFT), 27...pixel electrode, 28...opposite electrode, 29...liquid crystal display panel, 30...shielding case, 31...diffusing plate, 32...a light guiding plate, 33...light reflector, 34...back light, 35...bottom case, 36...inverter circuit board, 37...liquid crystal display device, 38...sealant

Continued from Front Page

(72) Inventor: Kotaro ARAYA

1-1, 7chome, Ohmika-cho, Hitachi-city, Ibaraki

c/o Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

F-term (reference) 2H089 LA09 LA10 LA24 NA22 NA50

QA12 TA04 TA07 TA09

2H090 HB08Y HB13Y JC16 LA03

LA04 MA02 MB02 MB03 MB14